

Ing. ERNESTO STRADA
TORINO — Corso Duca di Genova, N. 4 — TORINO

PROGETTO
DI
TRAMVIA ELETTRICA

A trazione mista: *ad aderenza ed a funicolare*

(SISTEMA AUTOMOTOFUNICOLARE)

Varese-Masnago-Velate-1^a Cappella-Sacro Monte



TORINO
VINCENZO BONA

Tipografo di S. M. e dei RR. Principi.

—
1905.



PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA

Legato Anselmi

OA. - b.
114

Ing. ERNESTO STRADA
TORINO — Corso Duca di Genova, N. 4 — TORINO

PROGETTO
DI
TRAMVIA ELETTRICA

A trazione mista: ad aderenza ed a funicolare

(SISTEMA AUTOMOTOFUNICOLARE)

Varese-Masnago-Verate-1^a Cappella-Sacro Monte



TORINO
VINCENZO BONA

Tipografo di S. M. e dei RR. Principi.

—
1905.





Relazione.

I. **Premesse.** — Da molto tempo è desiderio dei Varesini di meglio approfittare delle bellezze naturali della regione, onde attrarvi i forestieri in ogni stagione dell'anno ed i Milanesi nell'estate, quando l'afa della pianura li spinge a cercare più spirabil aere nelle colline o montagne più vicine ed accessibili. Questo esodo dei Milanesi ai colli già aumentò verso il Varesotto dopo l'apertura del servizio a trazione elettrica da Milano a Porto Ceresio, e sempre più si accentuerebbe quando, oltre che ai colli, potesse il pubblico avere un comodo accesso a più elevate regioni, fra le quali, per purezza di aria, per panorama, per tappa di più alte escursioni, si presenta il Sacro Monte di Varese.

Colla tramvia dalla stazione della Società Ferrovie Nord alla Prima Cappella si è in parte soddisfatto al desiderio suesposto; ed infatti in quelle plaghe, poste a circa 600 metri di altitudine, sono sorti, in breve lasso di tempo, alberghi e villini, a dimostrare come il movimento tenda quivi a farsi costante; ma oramai la modesta e pur valorosa iniziativa della Società Varesina è insufficiente al bisogno; le moderne esigenze crescono ed il problema, che odieramente si impone, si è quello di spingere le comodità di trasporto ancora più in alto: al **Sacro Monte** e fra poco al *Campo*

dei Fiori, dove stanno già un albergo e villini, pionieri di civiltà e progresso.

Un tale problema fu più volte affrontato; ma ostacoli gravi di indole tecnica e finanziaria spaventarono sempre il capitale, che pure vede la convenienza sua di migliorare il già fatto. Gli ordinarii mezzi di trasporto a semplice aderenza, già difficilmente attuabili attraverso a quelle profonde valli ed al fianco di quei ripidi pendii, male si prestano alle esigenze anche modeste del capitale; nè a migliore risultato si giunge quando si adotti, per il tracciato in parola, il sistema a dentiera.

Meglio vi si presterebbe la ordinaria trazione funicolare, economica assai nell'esercizio; ma anche questo sistema, così come finora si è applicato, non soddisfa quivi allo scopo, perchè, oltre all'incomodo di un trasbordo alla stazione della Prima Cappella, si sarebbe obbligati a farne un secondo più innanzi, essendochè il terreno male si presta al tracciato di un'unica funicolare fra la Prima Cappella ed il Monte. Tant'è che la Società Varesina, dopo i molti studi fatti, abbandonò l'idea di una tale soluzione.

Gli è perciò che la Società "**Prealpina**" incaricava il sottoscritto, *possessore di un brevetto di un nuovo sistema di trazione automotofunicolare per superare forti dislivelli* (n. 66707, vol. 45, 21 marzo 1903), di studiarne l'applicazione al caso concreto, curando una bene intesa economia nello impianto e nell'esercizio, ed utilizzando, per quanto possibile, la linea tramviaria già in esercizio da Varese a Masnago, i relativi impianti sussidiarii e l'energia elettrica, di cui già dispone la "**Prealpina**".

Questo incarico si è adempiuto con piena soddisfazione della Committente, che trovò nel nuovo sistema una conveniente soluzione del difficile problema, sicchè, appena avuto il progetto dettagliato di esecuzione, inoltrò la domanda di concessione.

Il progetto, sia per la novità — *in quanto trattasi di combinazione, affatto nuova in un unico tracciato, di sistemi e meccanismi conosciuti, ma applicati isolatamente a casi speciali* — sia per altre particolarità, esce un poco fuori dell'ordinario. Ciò invoglia il sottoscritto, spintovi altresì dalla Società committente, a fare questa pubblicazione, la quale mentre farà conoscere ai Varesini le intenzioni della "Prealpina", può forse riuscire di qualche interesse per i tecnici e servire per soluzioni analoghe al caso concreto.

Si comincia pertanto a dare la:

II. Descrizione sommaria del nuovo sistema. — Là dove occorre mettere in comunicazione luoghi situati a differenti altezze e tali, per cui i mezzi ordinari di locomozione meccanica importerebbero un troppo lungo tragitto con gravissime spese di impianto e di servizio, hanno preso in questi ultimi anni un qualche sviluppo le ferrovie speciali: a *dentiera* o *funicolari*.

Lasciando alla dentiera il compito di soddisfare le necessità di grandi traffici, collegando ferrovie di grande importanza, come ad esempio si è praticato nell'Hars, nella Foresta Nera, nella linea Transadina, nel Belukistan, ecc., per le comunicazioni di *carattere sportivo o di traffico locale*, da servire al collegamento di stazioni ferroviarie cogli abitati posti alcune volte a molta distanza planimetrica ed altimetrica, all'allacciamento di parte o regioni di una medesima città situate a differenti livelli, al congiungimento di centri separati da profonde valli o da erti colli, il sistema della trazione a dentiera deve cedere il campo a quello della trazione funicolare.

Circa l'esercizio, le ferrovie a dentiera, pur avendo pendenze limitate, importano un'ingentissima spesa, causa il poco effetto

utile; è invece assai economico l'esercizio delle funicolari, per le quali il peso morto dei veicoli e la pendenza influiscono poco sugli sforzi di trazione.

Circa l'impianto, se fino a poco tempo fa il costo di una funicolare era quasi identico a quello di una ferrovia a dentiera, — perchè di una dentiera doveva essere munita per il funzionamento del freno a ruota dentata, reputato il più conveniente, — presentemente, coi freni a gancio, a dente di lupo, ed in special modo con quello dei signori Bucher e Durrer, applicato la prima volta nel 1892 alla funicolare di Starserhon, l'armamento di una funicolare costa pressapoco come una ordinaria linea tramviaria.

Ciò malgrado, l'applicazione di questo sistema non ha preso ancora quello sviluppo che dovrebbe di fronte alle crescenti richieste di comodi ed economici mezzi di comunicazione.

Ciò proviene dai molti inconvenienti, che presenta il modo attuale di applicazione, il quale è, direi, rigido, poco plastico, un qualche cosa di assoluto a sè, non collegato ai centri di movimento e agli altri mezzi di comunicazione.

Questi inconvenienti sono :

la svantaggiosa applicazione di funicolari per unire punti molto distanti, perchè, mentre l'economia dell'esercizio richiede un tracciato con profilo di equilibrio, ciò non è sempre possibile ottenere per lunghi tratti; e perchè inoltre, col crescere della lunghezza, l'economia dell'esercizio viene a mancare per l'accrescersi inevitabile delle resistenze passive;

la necessità quindi di spezzare i lunghi tragitti in più tronchi con trasbordi intermedi di grave incomodo per i passeggeri e di ostacolo ad un qualsiasi servizio merci (ad es. le funicolari di S. Salvatore a Lugano, di Starserhon, ecc.);

la necessità di mettere gli imbarchi al piede dei pendii da superare e quindi lontani sempre dai centri di movimento, senza possibilità di servizio cumulativo con altri impianti di locomozione;

la necessità di speciali stazioni motrici con relativo personale meccanico fisso, di troppo elevato costo per l'esercizio in rapporto al loro lavoro utile, e la poca utilizzazione del personale addetto ai veicoli;

gli inconvenienti cui può dare luogo il fatto che chi fa muovere i veicoli non li può sorvegliare, e che chi li sorveglia non può dominarli se non mediante poche e non sempre pronte segnalazioni al macchinista.

A questi difetti tende rimediare il nuovo sistema, per il quale sono sostituiti all'organismo attuale di motori fissi e di veicoli legati indissolubilmente alla fune, veicoli automotori, che possano di per sè ed a semplice aderenza percorrere tratti di binario con ordinarie pendenze e tratti di binario con forti pendenze (magari del 60 %) col sussidio di una fune e di opportuni veicoli di contrappeso.

Nel concetto in sè stesso di promiscuità di mezzi motori su una stessa linea, onde evitare i trasbordi, *nihil sub sole novi*. Esso ebbe già pratica applicazione — in ordine a linee di traffico locale o sportive delle quali ci occupiamo — a Trieste per Obcina, a Resina per il Vesuvio, nella Jungfrau (dentiera Strub), a Torino per Superga (sistema Agudio), a S. Francisco, a Palermo (carri-freni Schuckert), ecc., nelle quali gli ordinari veicoli, automotori o non, sono spinti, per alcuni tratti di rilevante pendenza (al massimo del 25 %), da speciali mezzi di locomozione distinti da quelli applicati per il rimanente percorso. Ma in queste applicazioni *fa difetto l'economia nell'impianto e nell'esercizio*. Questa

economia si ottiene invece in modo sensibile col sistema in esame, il quale usufruisce dei vantaggi che offre la trazione funicolare, evitandone nel tempo stesso gli inconvenienti.

È infatti di evidente comprensione che, col sistema suesposto, sarà sempre possibile, od almeno più facile, collegare punti comunque distanti e qualunque sia la topografia della località che li divide, facendo una linea composta di tratti in libera corsa e di tratti in funicolare da percorrersi, senza la noia di trasbordi intermedi, da uno o più veicoli per il trasporto di passeggeri e di merci;

sarà sempre più facile avere i tratti in funicolare di conveniente lunghezza, con tracciato pure conveniente e con profilo di equilibrio, perchè, ai risvolti necessari per girare ostacoli ed al passaggio da una ad un'altra pendenza, provvedono i tratti in corsa libera, brevi o lunghi secondo il bisogno, con curve ristrette e magari con punti di regresso;

sarà sempre possibile stabilire gli imbarchi dove meglio conviene, portando i veicoli nel centro del movimento cui vuolsi soddisfare, e percorrendo, come meglio si vorrà, la zona da servirsi.

Questi vantaggi si ottengono con mezzi semplicissimi e di evidente pratica applicazione, che qui si espongono in modo sintetico e generale.

A) **MECCANISMI DEI VEICOLI.** — Alle parti meccaniche necessarie affinchè i veicoli possano con sicurezza percorrere ad aderenza tanto tratti di ordinaria pendenza quanto tratti a forte pendenza attaccati ad una fune, si provvede in due modi: o accoppiando in uno stesso *truck*, ai freni e motori delle ordinarie vetture automotrici, i freni automatici adottati nei veicoli delle ordinarie funicolari; o facendo treni composti (sull'esempio del piano inclinato

di Monreale a Palermo) di due veicoli, dei quali uno automotore ordinario e l'altro munito di detti freni automatici, capaci di arrestare, oltre al veicolo cui sono applicati, il veicolo automotore.

In ambedue i modi occorre però che i detti freni automatici, che sono tenuti inattivi dalla tensione della corda, tali rimangano quando il veicolo abbandona la funicolare. A ciò si provvede, come meglio si vedrà nella descrizione del materiale rotabile, mediante *fermasquadra* mosso automaticamente da ostacoli messi lungo la via, tanto alla uscita della funicolare per fissare i contrappesi agenti sui freni, quanto all'entrata in funicolare per rendere liberi i contrappesi stessi.

B) RUOTE. — Fra i diversi freni automatici, in rapporto all'economia dell'impianto ed alla potenza e sicurezza di azione, primeggia quello a ganasce dei sigg. Bucher e Durrer, entrato ormai nella pratica generale, sì in Italia che all'estero.

Ma questi freni-agendo coll'abbracciare il fungo di rotaie speciali, la loro posizione rispetto alla via dovrà essere differente secondochè il treno percorre un tratto a trazione funicolare o un tratto su strada ordinaria carreggiabile. Ciò si ottiene in modo semplice col munire gli assi portanti di ruote aventi ciascuna due cerchioni di diametro differente: quello maggiore a semplice bordinio per il percorso ordinario ad aderenza, quello minore foggato da una parte a gola e dall'altra a fascia, siccome si fanno le ruote degli ordinari veicoli delle funicolari ad un solo binario.

C) SEDILI. — Quando i tratti funicolari hanno livellette inferiori al 30 % non occorrono sedili speciali a bilico. Basta dare ad essi una inclinazione del 10 % rispetto all'orizzontale, predisposta in senso opposto alla pendenza dei tratti funicolari, perchè essi abbiano a trovarsi in questi tratti con inclinazione tollerabilissima e punto incomoda, come lo dimostrano le linee di Su-

perga a Torino (*i sedili vi acquistano la pendenza del 22 %*), di Obcina-Trieste, di Resina-Vesuvio (*il 25 %*), di Montecatini (*il 18 %*).

Quando invece si ha pendenza maggiore del 30 % si provvede con un modo speciale della cassa a parziali scomparti, nei quali i sedili si mantengono orizzontali, qualunque sia l'inclinazione della linea; modo, che qui è inutile soffermarci a descrivere, non avendo la linea in parola pendenze maggiori del 28 %.

D) ARMAMENTO. — Planimetricamente si dispongono le ruotaie in modo che esse abbiano, nei tratti a trazione ordinaria, lo scartamento corrispondente al bordino del cerchione maggiore, ed abbiano invece, nei tratti a trazione funicolare, lo scartamento corrispondente ai cerchioni di minor diametro; altimetricamente, le seconde dovranno aver la faccia superiore di tanto sopraelevata rispetto alle prime di quanto è la differenza fra i raggi dei detti cerchioni. In tal modo operando, è facile il passaggio, senza scosse ed inconvenienti, dalla linea ordinaria a quella funicolare. (*V. Tav. II^a, fig. 5^a*).

E) PROFILO DELLA VIA. — Si traccia il profilo dei tronchi funicolari mediante opportuni raccordi circolari (concavo al basso, convesso in alto) per modo che il treno, nel momento dell'attacco alla fune e del distacco, si trovi su mite pendenza e tale da poterlo dominare coi freni ordinari. Inoltre il profilo del tratto funicolare va studiato in modo che gli sforzi necessari al moto del sistema possano essere vinti dai mezzi meccanici di cui sono dotati i veicoli, che lo devono percorrere.

Ciò è più facile di quanto può apparire a prima vista; nei diversi progetti già studiati la soluzione si presentò sempre possibile. Ma, quando ciò non fosse, l'idea cui si ispira il nuovo sistema sarebbe ugualmente attuabile, facendo muovere il treno

mediante argano fisso, siccome si usa per le odierne funicolari. Perderà il sistema uno dei suoi pregi, ma permarranno gli altri e fra questi quello essenziale di poter portare i veicoli dove si vuole e dove lo richiedono le esigenze economiche e sociali del traffico.

F) FUNE. — Questa deve essere a circuito chiuso, con tenditore all'estremità inferiore, tutta volta che dei due veicoli attaccati alla fune uno solo è automotore. Essendo la posizione iniziale dei due veicoli su pendenze assai piccole, non basta che si muova il treno ascendente perchè imprenda a discendere l'altro veicolo, come succede nelle ordinarie funicolari; epperchè questo, se non è esso stesso automotore, deve essere tirato dalla fune, che chiude il circuito.

Quando invece ambedue i veicoli sono automotori, questi formano una coppia, ed allora la fune può essere a circuito aperto.

Alla fune di tiro devono inoltre essere solidamente fissati due ganci (uno per ogni capo) con disposizione tale, che il veicolo discendente possa agganciarvisi automaticamente, sicchè esso venga ad essere trattenuto dalla fune senza uopo di speciale manovra del personale, affinchè non succeda che per inavvertenza di questo il veicolo abbia liberamente a precipitare in basso. Notisi però che, anche quando ciò avvenisse, una qualsiasi disgrazia sarebbe evitata dall'azione dei freni automatici, che arresterebbe il veicolo come succede nel caso di rottura della fune.

Per ultimo, circa la fune, è da notarsi che essa dovrà trovarsi tanto bassa da non essere toccata negli incrocci dal bordino del grosso cerchione delle ruote scorrenti nell'interbinario.

Ed ora torniamo a bomba.

III. **Natura e intensità del servizio.** — In un lavoro del genere che si tratta, la prima cosa che importa esaminare si è quella della natura ed intensità del servizio che necessita, e naturali si presentano nel caso concreto le domande: *Col nuovo sistema è possibile un servizio identico a quello della trazione ordinaria ad aderenza? Risponde esso alle esigenze del caso?*

La risposta sincera alla prima domanda è negativa, quando s'intenda la cosa in senso assoluto; è positiva la risposta alla seconda. Mentre infatti il modo ordinario ad aderenza permette la immissione a brevissimo intervallo di più treni in una stessa direzione della linea ed una composizione comunque variabile di carico, ciò non è possibile col sistema di trazione che si propone, perchè nei tratti a trazione funicolare occorre imprescindibilmente il regolare alternarsi di un treno ascendente con uno discendente, e la variabilità di carico deve essere contenuta entro certi limiti. Così è, che mentre la trazione ordinaria meglio può teoricamente soddisfare un qualsiasi servizio saltuario, la trazione mista meglio si presta ad un servizio costantemente normale, permettendo tuttavia un servizio alquanto saltuario.

Devesi per altro notare che se in teoria ed in via assoluta sta questa essenziale differenza fra un modo e l'altro di trazione, nella pratica la differenza quasi sparisce, specialmente quando trattasi, come nel caso nostro, di una sola linea a forte pendenza anche nei tratti a trazione ordinaria ad aderenza.

In tale caso la composizione dei treni deve essere limitata a due veicoli; per riguardo poi all'attuazione di più treni in una stessa direzione, a tale vantaggio tecnico offerto dal sistema ordinario non corrisponde quello economico, essendochè detto vantaggio si può ottenere soltanto mercè un personale straordinario sempre costoso e non facile ad aversi e mercè un impianto motore di

importanza sproporzionata al bisogno corrente, unitamente alla provvista di un soprannumero di veicoli e di scambi, che rimangono poi, per la maggior parte dell'anno, inoperosi, pure gravando l'esercizio per le partite: interessi, manutenzione ed ammortamento.

Nella pratica ed in linea economica un impianto bene organizzato deve bensì prestarsi ad una qualche variabilità d'esercizio, deve altresì poter soddisfare qualche normale straordinarietà di servizio, ma deve trascurare le eventuali condizioni *straordinarie anormali*.

Così inteso l'impianto di una linea tramviaria per il Sacro Monte, io penso che il progetto elaborato vi corrisponda pienamente e che in merito all'esercizio sia sufficiente non solo ma neppure inferiore a quanto converrebbe fare colla trazione ordinaria.

Secondo tale progetto:

a) si possono fare treni di una sola vettura automotrice, con carico massimo di 36 persone, o treni composti di una automotrice e di un veicolo rimorchiato, con complessivo carico di 76 persone, che da Varese vadano al Sacro Monte passando alla Prima Cappella e ne scendano **senza uopo di trasbordo**;

b) l'esercizio si può fare con uno o più treni, sino a sette, contemporaneamente in servizio;

c) l'intervallo fra un treno e l'altro nella stessa direzione può essere limitato ad 1 ora e 20 minuti quando si fa il servizio con un solo treno, a minuti 45 quando vi sono in servizio contemporaneo due treni; a minuti 30 quando questi sono tre; a minuti 22 se si fanno muovere quattro treni. Ciò si ottiene tenendo ove sono gli attuali due scambi: in piazza del Municipio ed a Masnago, e facendo nel 2° Tronco due altri scambi, al bivio Casciago ed ai piedi della funicolare del Monte (*V. Tav. I^a, fig. 2*).

Una maggiore frequenza di treni, sino ad un intervallo di

soli minuti 12 (massima potenzialità) si potrebbe ottenere mettendo in servizio 7 treni e facendo questi incrociare, oltre che con scambi ordinari, con scambio speciale nella funicolare del Monte. Tale esercizio non mi soffermo a considerare, perchè esso non è economicamente consigliabile, essendo troppo pochi nell'anno i giorni nei quali tale servizio può eventualmente essere richiesto.

d) È possibile, ove occorra, intensificare il servizio per la Prima Cappella e ridurre a minime proporzioni quello per il Monte;

e) nel tratto Varese-Masnago, ed eventualmente per Comerio, sarà possibile un servizio quasi indipendente da quello del Monte, mercè altri scambi ed opportuni segnali di blocco;

f) nel tratto Prima Cappella-Sacro Monte sarà possibile un servizio suppletivo per passeggeri provenienti dalla tramvia Vareseina, quand'anco si faccia servizio da Varese al Sacro Monte con una sola vettura e questa fosse piena, perchè, nel tratto Velate-Sacro Monte, i treni sono sempre composti di una autotrice e di una vettura rimorchiata;

g) è possibile il prolungamento della linea al Monte delle tre Croci ed al Campo dei Fiori con servizio da Varese **senza trasbordo**; (*linea punteggiata Tav. I^a, fig. 1*).

h) è possibile un servizio merci per l'intera linea, quando si abbiano vagoni merci automotori;

i) il percorso dalla Stazione ferroviaria di Varese alla Prima Cappella si fa in minuti 26; da qui al Monte in minuti 12; in complesso minuti 38, tanto nell'andata che nel ritorno, comprese le necessarie fermate per l'attacco della fune, le quali, salvo una, coincidono colle fermate per il servizio del pubblico; la velocità varia poi da un minimo di m. 1,40 al 1'' nei

tratti funicolari, ad un massimo di m. 5,50 (attuale velocità della tramvia di Masnago) nella tratta da fuori Varese alla Cà della Vignazza.

IV. **Caratteri generali del tracciato.** — Come sopra si disse, la “ Prealpina „ ha già aperta all'esercizio la tramvia da Varese (*stazione delle ferrovie dello Stato*) all'abitato di Masnago e di questo primo tronco dovevasi procurare l'utilizzazione per la nuova meta del **Sacro Monte**, passando alla *Prima Cappella*.

Ciò si è potuto fare. Il nuovo tracciato non è quindi che un prolungamento della tramvia esistente; epperchè, dando prima uno sguardo all'intera linea, passeremo di poi all'esame specifico di questo II° tronco.

In merito alla *trazione* l'intera linea si compone:

di un 1° tratto di m. 5700,00 da Varese alla stazione di Velate, nel quale i veicoli si muovono per semplice aderenza;

di un 2° tratto di m. 430,00 da detta stazione a quella della Prima Cappella, nel quale la trazione è funicolare;

di un 3° tratto di m. 280,00 nuovamente percorso dai veicoli per semplice aderenza;

di un 4° ed ultimo tronco di m. 840,00, nel quale la trazione è nuovamente funicolare.

In complesso adunque la linea, da Varese al Monte, misura orizzontalmente m. 7250,00, dei quali 3300,00 già costrutti per il tratto Varese-Masnago.

In merito alla *sede* della linea, si hanno m. 4270,00, da Varese al bivio Casciago, su strade esistenti, oltre m. 18,00 circa nei due attraversamenti delle strade comunali Masnago-Velate e Velate-Fogliaro, e m. 2972,00 in sede propria. Sottraendo da questi ultimi i m. 1270,00, quali misurano in tutto i due

tronchi funicolari, che la legge considera come ferrovie economiche, si hanno in complesso m. 5970,00 di linea tramviaria ordinaria, dei quali 4288,00 su strade esistenti e m. 1682,00 in sede propria.

Si è in regioni montane; le condizioni altimetriche in ispecie e le planimetriche delle strade esistenti sono tali che neppure con modificazioni importanti possono adattarsi a sede di una tramvia; infatti la strada Masnago-Velate a cominciare dal bivio Casciago ha livelletta del 12 ‰, la strada Velate-Fogliaro il 10,80 ‰, la strada 1^a Cappella-Sacro Monte il 18 ‰; epperò è qui il caso del 4° alinea dell'art. 3 del Regolamento in materia, rappresentando i metri 1682,00 di linea tramviaria in sede propria una lunghezza minore del terzo dell'intera linea (1).

In merito infine alle curve e livellette, il raggio minimo è di metri 30,00 e le massime pendenze sono del 60 ‰ nei tratti a semplice aderenza e del 280 ‰ nei tratti funicolari.

V. Tracciato planimetrico ed altimetrico. — Venendo ora alla specificazione del nuovo Tronco progettato (*V. Tav. I^a, fig. 1 e 3*), la linea, staccandosi da Masnago, percorre la sinistra della strada Provinciale per Gavirate sino all'altezza della diramazione per Velate, nella quale si immette, passando dinanzi all'Ippodromo e raggiungendo il bivio per Casciago, d'onde la linea entra in sede propria.

La strada provinciale ha larghezza tale da potere comoda-

(1) È questo un primo vantaggio del sistema. Infatti col sistema ordinario ad aderenza la linea sarebbe riuscita della lunghezza di almeno 12 Km. dei quali 7,50 in sede propria; avrebbe dunque assunto i caratteri di una ferrovia economica colli conseguenti maggiori oneri di sorveglianza per l'esercizio e di tasse nell'introito lordo del traffico.

mente ricevere il binario della tramvia. Non così è per il tratto successivo; quivi la strada è larga solo m. 5,75; inoltre essa si distacca ad angolo retto dalla Varese-Gavirate. Si è dunque preveduta la costruzione di un più ampio raccordo da servire oltrechè alla tramvia anche al carreggio ordinario, e successivamente si è preveduto l'allargamento della strada a m. 8 per tutto il percorso sino oltrepassato l'Ippodromo, ed a m. 6,70 nel tratto successivo. In tal modo non solo sono soddisfatte le esigenze di viabilità stabilite dalla legge, ma si viene quivi a migliorare la circolazione delle vetture in occasione delle corse dei cavalli.

Questo allargamento si farebbe, nel tratto in curva, addentrando la sede stradale nella proprietà *Baraggiola* a destra ed in seguito, arretrando il muro della *Villa Pozzi* a sinistra, mantenendosi il binario su questo lato.

Oltrepassato l'Ippodromo, il binario passa a destra, onde non creare ostacoli alla viabilità nel successivo passaggio a livello all'altezza della diramazione per Casciago dalla strada carrozzabile di Velate. Poco prima di questo bivio si hanno la stazione motrice e le rimesse.

Di qui la linea entra in sede propria; con ampia curva e controcurva passa ad ovest della masseria detta *Cà della Vignazza* per ritornare verso la strada di Velate, che attraversa a livello a metà circa dell'erta salita; prosegue a mezza costa della ripa su cui stanno gli abituri detti *Cà dei Ladri* ed, entrando in trincea dove cessa questa piccola valle, viene a sboccare mediante ponte gettato attraverso al torrente, nella valle del Vellone, che risale, girando con opportune curve e controcurve gli speroni della falda sinistra, finchè, attraversata a livello la strada Velate-Fogliaro e ripassato il Vellone, la linea si arresta contro detta strada, nel suo protendimento dal Vellone a Velate. Quivi è la stazione omo-

nima, formata da una semplice tettoia, lunga m. 6,50, larga m. 4,80.

Col descritto tratto, lungo m. 2414,25, si supera da Masnago l'altezza di m. 92,21, mediante ascesa e discesa con livellette diverse secondo l'andamento delle strade esistenti e con livelletta del 60 ‰ in ascesa nel tratto in sede propria, salvo breve percorso di m. 125,81 passato il primo attraversamento del Vellone, dove la livelletta è orizzontale, e salvo ancora l'ultimo tratto, circolare, dove la linea è in discesa, per la lunghezza di m. 45,25, con pendenza del 25 ‰.

Da questa stazione di Velate sino alla successiva della Prima Cappella, la linea diventa a trazione funicolare, per la lunghezza orizzontale di m. 440,18, dei quali: due tratti estremi di m. 26,32 ciascuno, con pendenza del 25 ‰, due altri tratti intermedi di metri 62,31 a pendenza variabile secondo arco di circolo di raggio 254,02 (raccordo concavo al basso, convesso in alto) ed un tratto mediano ad unica livelletta di m. 262,92 con pendenza del 280 ‰. Sono in tal modo superati m. 95,46 di altezza, giungendosi alla quota 591,80 sul livello del mare, mentre la stazione della Tramvia Varesina trovasi a m. 568,60, l'arco di entrata alla strada del Sacro Monte alla quota 600,10 e l'albergo Riposo alla quota 592,00.

Il collegamento della stazione con questi luoghi è previsto mercè ampio viale arborato della lunghezza di m. 130, che, passando accanto al *Châlet* del Marchesotti, sbocca sulla strada pubblica fra l'albergo Riposo e l'arco di entrata alla strada del Monte, (quota 595,00).

Dal lato costruttivo, causa la convenienza di evitare l'attraversamento della linea tramviaria della Società Varesina, è questo tratto il più difficile, stantechè il binario si adagia: in basso su

un viadotto a cinque archi, della luce di m. 5,00 caduno, attraversante la valletta del Gaggio; nel mezzo su profonda trincea aperta nella scoscesa e rotta falda di detta valletta, sulla cui opposta falda corre la tramvia Varesina; in alto su altro importante viadotto a sedici archi, dei quali 5 della luce di 10 metri e undici di 5.

La stazione Prima Cappella consta di una tettoia lunga m. 18,00, dei quali m. 7,20 con larghezza di m. 4,50 e m. 10,80 con larghezza di m. 5,60; all'imbocco col viale vi ha un vestibolo di m. 3,30 per 3,50.

Dopo la stazione Prima Cappella la linea ridiventa a trazione ordinaria; imbocca una galleria lunga m. 90,00 e foggata ad S; ritorna nella valle del Vellone, sulla cui falda ovest si sviluppa a mezza costa per 150 metri, e raggiunge in tal modo l'estremo inferiore della 2^a funicolare alla quota 606,54. Qui havvi tettoia di ricovero per un treno.

Da questo punto all'estremo a monte (*stazione del Sacro Monte*) la linea è funicolare colla lunghezza orizzontale di m. 859,43, dei quali: due tratti estremi di m. 16,24 con pendenza del 24,4 ‰; due altri intermedi di m. 69,14 con pendenza variabile secondo arco di circolo di raggio 293,46 (raccordo concavo al basso, convesso in alto), ed un tratto mediano ad unica livelletta di m. 688,62 con pendenza del 270,10 ‰. Sono in tal modo superati m. 207,21 di altezza, raggiungendosi la quota 813,75.

Planimetricamente questo tratto di linea si adagia sul pendio della montagna, supera due vallette con viadotti di 15 e di 11 archi di luce m. 5,00, si avvicina alla 10^a Cappella, della Crocifissione, piega leggermente a sinistra e poco dopo entra in una galleria lunga m. 268, per sboccare sul pendio verso la Rasa e percorrere un ultimo breve tratto di questo pendio sottostante

alla Sacra strada del Monte e conducente alla nicchia del Mosè (quota 822,40).

Quivi si ha un'ampia stazione di sosta lunga m. 32,60 e larga m. 6,30, la cui copertura forma terrazzo posto a livello della stradicciola *detta del Sasso sbiancato*, in modo da facilitare l'allargamento di questa stradicciola, e offrire al pubblico un luogo di ritrovo senza per nulla guastare l'euritmia delle costruzioni esistenti e la santità del luogo.

Da qui il protendimento, prossimo o lontano, della linea al Monte delle tre Croci ed al Campo dei Fiori, si presenta facile ed ovvio (*Tav. I^a, fig. 1*).

Il dislivello fra la stazione e la strada comune (m. 8,60) è superato dai passeggeri mediante comoda ed ampia scalinata, che dal piano della stazione conduce, sovrappassando la linea, alla strada pubblica nel suo estremo a monte, d'onde si diparte l'ampia via che conduce all'Albergo, alla Chiesa ed al Convitto.

VI. Piattaforma stradale ed armamento.

Per i tratti di linea da percorrersi nel modo ordinario, nulla di particolare circa la piattaforma stradale e l'armamento. Notasi soltanto che l'asse del binario è eccentrico rispetto all'asse della piattaforma; in tal modo, pur facendo questa della minore larghezza possibile, si ha da una parte una conveniente banchina per il cantoniere (*V. Tav. II^a, fig. 1, 2, 3*).

L'armamento è formato con ruotaie Vignole, del peso di Kg. 20 il ml., con stecche, arpioni e giunti elettrici come già è fatto quello della tramvia in esercizio da Varese a Masnago e collo scartamento di m. 1.10; nel percorso in sede propria il *ballast* è alto 35 cent. e le traversine, in numero di 12 per ogni ruotaia

di metri 9 di lunghezza, sono lunghe metri 1,80, larghe 0,16 e grosse 0,12; i giunti sono sospesi fra due traversine avvicinate.

Per i tratti funicolari vi sono particolarità a notarsi sia nella piattaforma che nell'armamento. Per la formazione della sede stradale sono quivi aboliti i rilévati in terra; quando la linea corre più alta del terreno e questa altezza non supera i tre metri, in corrispondenza delle ruotaie sono costruiti in calce comune muri longitudinali larghi metri 0,50; fra essi è fatto un rilevato di pietrame (facile ad aversi nel caso concreto) ed un altro rilevato di pietrame, posato regolarmente con scarpa di $\frac{1}{4}$ circa, forma da un lato la necessaria banchina; dall'altro lato sta nudo il paramento esterno del muro longitudinale.

Quando invece la linea corre ad altezza maggiore di tre metri la sede stradale è formata di pilastri ed archi della larghezza di metri 2,45, ed il binario col suo armamento posa su essi eccentricamente per modo che rimane per la banchina lo spazio libero di metri 0,70 quando la linea è sgombra, di metri 0,60 quando passa il treno (*V. Tav. II^a, fig. 6 e 7*), che nel caso presente è formato di vetture aventi massima larghezza di metri 2,06.

Per l'armamento è abolita la massicciata; nei tratti funicolari la velocità è sempre piccola (nel nostro caso si è adottata quella di 1,40 per secondo) e la pendenza sempre rilevante; mentre dunque non occorre il cuscinetto elastico costituito dal *ballast*, è necessario ovviare al facile scorrimento del binario. Vero è che nelle ordinarie funicolari si impiega la struttura usuale con *ballast* sino a pendenze magari del 38 % (per esempio a Montecatini, alla Zecca a Genova); ma intanto anche là si dovette in qualche punto fermare il binario e, malgrado ciò, questo subisce qualche spostamento. Il sottoscritto crede dunque necessaria, o per lo meno migliore, la struttura muraria e ciò tanto più nel

caso concreto, perchè, dovendo il tutto muoversi per aderenza, questa sollecita lo scorrimento del binario. Inoltre, come si rilevò al capo II lettera *F*, ultimo alinea, la fune va collocata molto bassa; deve perciò l'armamento essere tale da lasciare un buono spazio fra la faccia superiore delle ruotaie e la via.

Come chiaramente rilevasi dai grafici contenuti nella Tav. II^a, esso si compone: di due muricciuoli larghi 0,40 ed alti 0,50 fatti con pietrame e malta di cemento, coll'asse longitudinale corrispondente alle ruotaie aventi scartamento di m. 1.24, nei quali muricciuoli si incastrano ogni due metri delle traversine lunghe 1,80, larghe 0,20, alte 0,16 ed ogni metro due blocchi (uno per ogni muricciuolo) di legno lunghi 0,50, larghi 0,20 ed alti 0,28, sui quali ultimi posano le ruotaie. Queste sono collegate ai detti blocchi mediante semplici arpioni da una parte (interna) e dall'altra mediante speciali squadre in ferro fissate con trifoni ai blocchi di legno e con bollone al gambo delle ruotaie. Come ognun vede, una tale struttura elimina qualsiasi scorrimento (*V. Tav. II^a, fig. 9*).

Le ruotaie essendo lunghe metri 9,00, si hanno avvicinate ad un metro le traversine estreme di ciascuna ruotaia e su esse poggiano ferri ad L portanti alberello, su cui ruotano i rulli di sostegno della fune. In corrispondenza dei giunti delle ruotaie le dette squadre sono a tre bolloni.

Le ruotaie hanno fungo speciale secondo la sagoma ideata dalli Sigg. Bucher e Durrer (*V. Tav. II^a, fig. 9*).

Ambedue le funicolari sono ad un solo binario con incrocio nel mezzo, che qui è inutile descrivere perchè formato nel modo usuale.

A far parte dell'armamento si possono poi considerare la fune e le puleggie su cui scorre. La fune è, nel caso nostro, ed in ambedue le funicolari, a circuito chiuso, ed essendo il profilo disposto

secondo un'unica livelletta essa è di sezione costante: del diametro di 35^{mm} e del peso unitario di Kg. 4,40 per la prima, di 40^{mm} e di Kg. 5,50 per la seconda (*Vedi allegato A*). I due capi di essa scorrono a cent. 10 dall'asse del binario.

La fune è trattenuta e guidata da un insieme di ruote di diverso diametro, che qui si descrive sommariamente, progredendo dall'alto al basso.

Si ha superiormente una puleggia a gola guernita di cuoio, di gran diametro (metri 4,00 per la 1^a funicolare; m. 5,00 per la 2^a), che chiameremo *subbio superiore*. Su esso si avvolge la fune per poco più della metà della circonferenza, e di conseguenza il subbio porta tutto il carico dovuto alla fune ed ai veicoli ad essa sospesi. Il subbio superiore è portato da sopporti con cuscinetti fissati a muri in calce; il suo albero è leggermente inclinato all'orizzonte per modo da avere fra il capo ascendente della fune e quello discendente l'eccentricità sopraccennata dei due rami della fune rispetto all'asse del binario. Questo subbio si trova in direzione rettilinea della funicolare, ma a monte del suo estremo, ed è altimetricamente situato in modo che la fune rimanga tutta sotto l'armamento del binario ordinario in cui si innesta il tratto funicolare. In tal modo il treno può proseguire oltre senza ostacoli.

Vengono in seguito due puleggie (*di deviazione verticale*) ad asse orizzontale, che riportano la fune al piano altimetrico necessario per il moto dei veicoli. Di queste, una è di piccolo diametro (0,50) perchè è leggiera la deviazione della fune; l'altra ha diametro maggiore (m. 2,50 per la 1^a, m. 3,00 per la 2^a funicolare), perchè maggiore la deviazione dovuta al diametro del subbio. Esse si trovano all'estremo a monte della funicolare.

Proseguendo verso il basso, si hanno diverse coppie di pu-

leggie (*di direzione verticale*), ad asse orizzontale, che dispongono la fune secondo un poligono inscritto nella curva convessa della linea. Sono in numero di 12 per la prima funicolare e di 16 per la seconda, ed hanno tutte diametro di un metro.

Le suddescritte puleggie sono tutte a gola, guernite di cuoio, coi mozzi infilati per ogni coppia su un unico albero a collarini, fissato alla via; la lubrificazione si fa a grasso con *stauffer*.

Passato il raccordo circolare, la fune viene a scorrere su rulli di semplice *sostegno*, del diametro di 30 cent. con gola semplicemente tornita, con alberi e lubrificazione come per le precedenti.

Nelle curve dell'incrocio e nelle altre della linea, la fune è guidata da puleggie inclinate (*di direzione planimetrica*), del diametro di un metro con albero a cuscinetti.

Nel raccordo concavo all'estremo inferiore della funicolare vi hanno semplici rulli di *sostegno*. Dopo il raccordo ed il tratto successivo di linea a pendenza mite, si hanno altre due puleggie di *deviazione* onde la fune venga ad abbracciare il *subbio inferiore* e chiudere così il circuito.

Il subbio inferiore, ad asse leggermente inclinato sull'orizzonte, è posato su un carello (*tenditore*), il quale mediante opportuno contrappeso, si sposta automaticamente, a seconda dell'accorciarsi ed allungarsi della fune.

Oltre a quanto sopra, appartiene all'armamento il gancio colla disposizione accennata al capo II, lettera *F*, penultimo alinea.

L'unione dei due capi della fune è fatto, *more solito*, mediante due imbuti (*V. Tav. II^a, fig. 10 e 11*) *a a'*, in cui si cola, svolta la fune e rovesciati i fili elementari, una apposita lega di rame 10 ‰, antimonio 10 ‰, stagno 80 ‰. Questi imbuti sono collegati da due ali *b, b'*, entro le quali stanno un robusto dente *C* ed un'asta inclinata *d*, che chiameremo *becco*, rivolto a monte con una incas-

satura ii ; alle due estremità delle funicolari in punto conveniente vi è un cunicolo MM' in ghisa a pareti leggermente inclinate (detto *guida*), entro il quale posa in modo fisso il descritto blocco d'unione fra un capo e l'altro della fune, che chiameremo *gancio d'attacco*.

Essendo, mediante perni x , fissata al *truk* del veicolo una squadra A , la cui asta verticale ha fessura ad imbuto, ed essendo questa fessura più bassa del becco d , il veicolo, nel suo moto discendente, sarà costretto ad infilare detto becco, a sollevare il gancio e disporsi nella detta incassatura del becco. In tal modo il veicolo viene ad essere collegato automaticamente col gancio e colla fune.

Per il distacco si ha la seguente disposizione: sotto la guida MM' è collegata a snodo ee' un'asta $eff'e'$ avente su ciascun braccio ef , $e'f'$ alberelli giranti su forcelle fisse a piastre $G G'$; collegato a snodo alla piastra H vi ha poi un'asta h in ferro con lente di ghisa l , la quale asta, gravando sul gambo ff' , solleva la guida e quindi il gancio per modo che l'asta verticale della squadra A può uscire dalla incassatura del becco e liberarsi dal gancio; distaccato il veicolo e portata l'asta h ad appoggiarsi al cippo N la guida MM' ritorna in basso e con essa il gancio, il quale perciò si viene a trovare di nuovo nella posizione necessaria per un successivo agganciamento.

Un'ultima nota occorre nel caso concreto in merito alla *guida*. Essa è disposta secondo la pendenza stessa della via nella prima funicolare e nell'estremo superiore della seconda, nell'altro estremo di questa è disposta invece a due livellette, l'una di uguale pendenza alla via e l'altra a valle con maggiore pendenza, sicchè il gancio possa portarsi più basso della via e non ostacolare il passaggio dei treni di servizio; qui inoltre manca l'incassatura del becco. Questa diversa disposizione, che facilita la manovra di

attacco e di distacco, è dovuto al fatto che per la 2^a funicolare il veicolo di contrappeso è automotore, come meglio si capisce leggendo avanti.

VII. **Materiale rotabile.** — In rapporto alla necessità di un esercizio vario a seconda delle stagioni e dei giorni della settimana, trattandosi altresì di trazione con energia elettrica, si presenta conveniente l'esercizio con treni leggeri, formati di una sola vettura automotrice quando vi ha poco traffico, e di questa, colla aggiunta di una vettura rimorchiata, quando maggiore sia il traffico, facendo poi un maggiore o minore numero di corse a seconda del bisogno.

Tale essendo la convenienza dell'esercizio; notando che nelle funicolari è conveniente il maggiore equilibrio possibile fra il peso del treno ascendente e quello del discendente; osservando che nel caso nostro, sopra un percorso totale di sette chilometri e più, i tratti funicolari trovansi all'estremità della linea per soli metri 1500; si è scelto, per il caso nostro, il secondo dei due modi accennati al capo I, lettera *A*, e cioè: si è progettato che il percorso da Velate al Monte, e viceversa, sia fatto **sempre** con treno composto di una vettura automotrice ordinaria e di una vettura di rimorchio avente freni automatici. Quando vi ha poco traffico, questa vettura di rimorchio sarà lasciata a Velate, e funzionerà soltanto da carro-frenatore, — pur permettendo di ricevere alla stazione Prima Cappella, un carico straordinario, come si è accennato al capo III, lettera *f* —; quando invece il traffico lo richieda, il treno così composto percorrerà l'intera linea.

In vista precisamente di un tal genere di servizio si è fatto a Velate un regresso; questo permette la varia composizione dei

convogli senza uopo di manovre lunghe, noiose per il pubblico e costose nell'impianto.

A fare da contrappeso al treno di servizio si è poi provvisto nella prima funicolare con un veicolo a cassa con carico variabile d'acqua, che quivi si può avere abbondante e sicura: però, di questa economica energia naturale si può usufruire soltanto per contrabilanciare il convoglio ascendente; quello discendente sarà contrabilanciato dal peso morto del veicolo a cassa; nell'ascesa il carico si effettua specialmente nel percorso da Varese a Masnago, epperò, segnalando, qui giunti, il carico che si ha, rimane tempo di immettere, alla Prima Cappella, nella cassa del veicolo il carico d'acqua necessario; nella discesa invece il carico si fa essenzialmente alla Prima Cappella ed il treno, appena carico, deve partire, epperò non vi ha tempo di caricare d'acqua il veicolo a cassa, che trovasi alla stazione di Velate. Studiata in rapporto a tale contingenza la tara di questo veicolo a cassa si è ricavata questa di K. 14.000; con questo contrappeso il moto si fa bene colla sola vettura automotrice (*Vedi allegato C*).

Al Monte invece l'acqua fa difetto, od almeno non si è sicuri di averne abbastanza; il peso vivo del convoglio a pieno carico è tale (Kg. 5320,00) per cui la sola forza di aderenza della vettura automotrice non è sufficiente per vincere tutte le resistenze passive. Per questa funicolare adunque il contrappeso sarà fatto da un veicolo di tara fissa (trovata conveniente di K. 15.000) ed automotore esso stesso. Con tale veicolo contrappeso si ha inoltre il vantaggio di un facile attacco e distacco del treno di servizio, come più sotto è spiegato (*Movimento dei treni*).

Per il primo impianto si prevede adunque la provvista: di quattro vetture automotrici (una di riserva), di tre vetture di

rimorchio, di un veicolo a cassa d'acqua, di un veicolo speciale automotore, che si passa a descrivere nelle parti essenziali ad illustrazione dei grafici della Tav. III^a.

A) — Le vetture automotrici (Tav. III^a, fig. 3 e 4) sono, per riguardo al *truck*, all'allestimento elettrico, ai freni, come quelle che già sono in servizio fra Varese e Masnago, modificate soltanto nelle ruote, le quali sono, come sopra si è spiegato, a doppio cerchione. La cassa è invece diversa; sono abolite le piattaforme esterne ed i posti sono tutti a sedere, onde non abbiano a nascere inconvenienti nei tratti funicolari, dove i veicoli prendono l'inclinazione del 28 % e perchè sia limitato ad un massimo prestabilito il numero dei passeggeri. Vi sono due porte di entrata *p*, ambedue dalla stessa parte; la corsia di disimpegno è laterale; il posto del manovratore è isolato dal movimento dei viaggiatori; in via normale i posti sono 28; in via eccezionale possono essere portati a 36; a tale scopo, lateralmente alla corsia e contro la parete, vi sono quattro cassette (*c* del disegno) alte dal pavimento cm. 50 e sporgenti 8, entro alle quali stanno tavolette in legno, che si possono disporre attraverso la corsia in linea dei sedili fissi. I sedili sono disposti inclinati all'orizzonte con una pendenza del 10 % in conformità di quanto si è detto al Capo II-C.

Il peso a vuoto di queste vetture è di Kg. 8000.

B) — Le vetture di rimorchio (Tav. III^a, fig. 1, 2, 5, 6, 7, 8) sono a cassa aperta con quattro ordini di doppi sedili (schiena contro schiena) al centro, a sei posti per ciascuna banca e con due sedili semplici alle estremità a quattro posti ciascuno. In via normale i posti sono 32 con corsia laterale; in via eccezionale i posti sono 40, soppressa la corsia mediante i sedili mobili racchiusi anche qui in cassette *c*. Vi ha inoltre uno scomparto riservato al manovratore o al frenatore.

Corre tutto in giro un parapetto con 5 aperture dal lato della corsia munite di cancelletto formato di lamine a snodo; di questi cancelletti uno solo sarà normalmente aperto; in via eccezionale saranno tutti aperti, per mezzo però del solo fattorino, quando, essendo tutti i 40 posti occupati, occorre sfollare la vettura. L'accesso allo scomparto riservato al manovratore trovasi dalla parte opposta dell'accesso per il pubblico. In questo scomparto riservato trovansi: 1° un controller a il quale, mediante opportuno collegamento (a cordone di fili) coll'allestimento elettrico della vettura automotrice, aziona i motori e freni elettrici in questa collocati, sicchè il treno può essere manovrato tanto da una vettura che dall'altra, stando sempre il manovratore nella vettura di testa e rimanendo il treno sempre composto nello stesso modo e tale per cui, nei tratti funicolari, la vettura di rimorchio sia verso valle attaccata alla fune, e la automotrice a monte; 2° l'asta b_1 solidale al telaio per la manovra di un freno ordinario a ceppi R, R_1 ; 3° l'asta b , essa pure solidale al telaio, per la manovra a mano del freno a tenaglia G .

La cassa è sospesa a 6 molle a balestra nel modo usuale, mentre il telaio è rigido sugli assi portanti, e di struttura quale si usa per i veicoli delle ordinarie funicolari.

In merito ai meccanismi (*Tav. III^a, fig. 5, 6, 7, 8*) si hanno in G_1 e G_2 due freni a tenaglie automaticamente manovrati dal contrappeso F , mercè l'albero $E E$, i disgrani $D D_1$, le ruote dentate d, d_1, d_2 , e gli alberelli $B B_1$. Questi ultimi sono ad un estremo filettati con spire disposte in senso opposto, abbracciate da chioccioline q, q_1 , portanti branche t, t_1 , con fulcro in f, f_1 ; la ruota dentata d è calettata sull'alberello $B B_1$; la ruota d_1 è folle su apposito perno V ; la ruota d_2 è parimente folle sull'asse $Z Z_1$ delle ruote portanti; il disgrano D_1 è calettato su questo albero ed è unito



con forcella m all'albero $E E$, a cui è solidale l'asta n portante la lente F .

Questo contrappeso F è sostenuto, nella posizione disegnata, dal pezzo e sporgente da una cassa g (a molla) facente parte della squadra $A A_1$, collegata a snodo in Q al telaio della vettura. Questa squadra nell'asta sua verticale ha fessura ad imbuto h entro la quale penetra il *becco* del gancio, come già si è spiegato a pag. 24.

Finchè la squadra $A A_1$ è tenuta nella posizione disegnata o dal nasello N o dalla tensione della fune applicata in h mediante il gancio, il contrappeso F sta sollevato nella posizione disegnata e le due parti dei disgrani $D D_1$ sono staccati; quando invece viene a mancare l'appoggio della squadra sul nasello e viene contemporaneamente a mancare (causa rottura) la tensione della fune, il peso F prende il sopravvento, e, scendendo al basso, fa ruotare l'albero $E E_1$, che, spostando la forcella m dei disgrani, pone questi in azione. Allora la ruota d_2 , resa dal disgrano solidale coll'asse $Z Z_1$, ruota con esso, generando, mercè le successive dentate d_1 e d , la rotazione dell'alberello $B B_1$, l'allontanamento delle chioccioline q, q_1 , la rotazione delle branche t, t_1 attorno ai fulcri $f f_1$, la chiusura delle estremità $s s_1$ delle branche contro il fungo delle ruotaie, ed infine l'arresto del treno.

Al pezzo e penetrante nella scatola a molla g , è attaccata una catenella, che giunge allo scomparto riservato al frenatore, sicchè questi, tirando la catenella, può togliere all'asta n l'appoggio e , determinando in tal modo l'azione dei freni G_1 e G_2 . Ciò è utile essenzialmente per le prove periodiche dei freni automatici, senza ricorrere alla noiosa e lunga manovra del finto taglio della fune.

Notisi che l'insieme delle ruote d, d_1, d_2 , e del disgrano è

chiuso in scatola ad olio, che lo protegge dalla polvere, e che similmente le chiocciolate q q_1 difendono dalla polvere le filettature dell'alberello B B₁.

Vediamo ora il meccanismo, che più sopra (Capo II, A, ultimo alinea) abbiamo chiamato nel suo insieme *fermasquadra*.

Esso è costituito: 1° da alberelli H H₁, I I₁, collegati fra loro da rocchetti r r_1 ; 2° da bracci i , i_1 calettati sull'albero H H₁; 3° da bracci i_2 i_3 calettati sull'albero I I₁; 4° dal nasello N solidale coll'albero I I₁ e situato nel piano verticale passante per l'asse della squadra A A₁ e di tale altezza da premere l'asta orizzontale di detta squadra contro la traversa U del telaio.

Mediante questo insieme meccanico, sia coi bracci i , i_1 che con quelli i_2 i_3 si può far prendere al nasello N la posizione verticale (*disegnata con linea continua*) col che la squadra A A₁ è resa immobile, o la posizione inclinata (*disegnata con linea punteggiata*) col che la squadra è libera di ruotare in Q. La prima di queste posizioni è necessaria quando la vettura trovasi fuori dei tronchi funicolari o su questi nei tratti aventi pendenza minore del 10 %; è necessaria la seconda, quando la vettura trovasi nei tratti funicolari aventi pendenza maggiore dell'anzidetta, onde possano agire i freni automatici nel caso di rottura della fune.

Orbene queste posizioni sono assunte dal nasello N, non per opera del personale, ma in modo automatico. Ciò si ottiene disponendo nella via funicolare, sul percorso dei detti bracci, ostacoli — rigidi secondo una data direzione, flessibili nella direzione opposta — contro i quali, venendo ad urtare ora l'uno ora l'altro degli accennati bracci, gli alberelli H ed I sono costretti a rotare ed a portare il nasello N nella posizione voluta.

Di questi ostacoli, due sono situati a valle sulle linee percorse dai bracci i_2 , i_3 ; due a monte sul percorso dei bracci i , i_1 ,

cosicchè: nella salita il braccio i_2 , urtando nell'ostacolo corrispondente a valle, libera la squadra del nasello N ed il braccio i_1 , urtando nel corrispondente ostacolo a monte rimette il nasello sotto la squadra; nella discesa è il braccio i_1 che in alto rimuove il nasello, mentre al basso il braccio i_3 fa ritornare il nasello nella posizione verticale.

Il peso complessivo di queste vetture, a vuoto, è di Kg. 4000,00.

C) — Il veicolo a cassa d'acqua è nel *truck* o telaio identico all'anzidescritto, avendo anch'esso: due freni a tenaglia Bucher e Durrer manovrati dal contrappeso F; un freno a tenaglia manovrato a mano, con questa sola differenza, che l'albero T T₁, anzichè arrestarsi al freno A, si prolunga lungo tutto il *truck*, per modo che il freno A possa essere manovrato da ambedue le estremità di esso; un freno ordinario R R₁; una squadra A A₁ mutata soltanto nell'asta verticale, che qui non occorre sia ad imbuto, essendo il veicolo legato in modo fisso alla fune in uno qualunque dei modi comunemente usati.

La cassa di questo veicolo è di lamiera metallica fissata al *truck*, senza interposizione di molle, con due balconcini coperti per il frenatore, e con cubo nel mezzo capace, nella pendenza del 28 %, di capire litri 3750 di acqua.

Questo veicolo pesa, a vuoto, Kg. 14000,00.

D) — Il veicolo speciale automotore che deve agire nella 2^a funicolare è disegnato schematicamente nella Fig. 9 della Tav. III^a.

Oltre ai meccanismi di freni automatici ed a mano ed alla squadra di attacco alla fune, di cui è munito il veicolo antecedentemente descritto, questo veicolo porta un motore elettrico M, che, mediante ruote dentate ll_1 , albero P P₁, gruppi conici S S₁, muove gli assi portanti.

La cassa di questo veicolo consta di due balconcini coperti per il frenatore, ciascuno con *controller* e aste dei freni. Opportuno *trolley* ad archetto mette questi *controller* in comunicazione col filo della conduttura aerea dell'energia elettrica.

Il peso di questo veicolo è di Kg. 15000,00 formato per la maggior parte con carico di materiale di poco costo.

Non è inutile aggiungere, riguardo a questi ultimi due veicoli, i quali non abbandonano mai i tratti funicolari, che le loro ruote portanti avranno un unico cerchione, foggato a gola da una parte, a gran fascia dall'altra.

Ecco infine come si fa il movimento dei treni:

1° Servizio *a navetta* con sola vettura automotrice (1° caso *Tav. I^a, fig. 2*).

La posizione iniziale dei veicoli è la seguente: Un veicolo automotore (quello di servizio per il pubblico) alla stazione di Varese con manovratore e fattorino; una vettura di rimorchio alla stazione di Velate con frenatore; il veicolo a cassa con frenatore alla stazione Prima Cappella; il veicolo contrappeso-motore con frenatore-manovratore alla stazione del Monte.

La vettura parte dalla Stazione di Varese; giunta al bivio Casciago segnala al frenatore della Prima Cappella il carico che ha, affinchè questi possa, in conformità, empire la cassa d'acqua: prosegue e, giungendo alla Stazione di Velate, si ferma contro la vettura di rimorchio. Quivi, mentre si fa servizio di viaggiatori per Velate, si fa l'attacco dei due veicoli, il manovratore passa nel dinanzi della sua vettura, ed il frenatore, manovrato lo scambio, sale dietro la vettura di rimorchio; il treno si muove mercè la aderenza della vettura automotrice e sale alla Stazione Prima Cappella, mentre ne discende il veicolo a cassa. Quivi, mentre si fa servizio di viaggiatori, il frenatore libera dal *gancio* la vettura di

rimorchio, ed il treno così composto, rimessosi in moto, raggiunge l'estremità inferiore della funicolare del Monte.

Qui giunto il treno, si fa opportuna segnalazione al frenatore del Monte, che, già pronto alla partenza, mette lentamente in moto il suo veicolo: allora, trascinato dalla fune entro la *guida* a doppia livelletta, il *becco* del *gancio* viene ad infilare l'asta verticale della squadra del veicolo e questo trascina seco sino alla sommità.

Giunta l'ora della discesa, il manovratore del treno dà opportuno segnale al frenatore del veicolo-contrappeso di mettersi in marcia e nel tempo stesso mette in moto il suo treno, onde tenerlo aderente al gancio sino a che la forte pendenza dispensa da questa bisogna. Giunto all'estremità inferiore arresta il treno; aspetta che il gancio sia sceso al basso; avuta così libera la via riprende il moto e giunge alla Prima Cappella donde, fattosi automaticamente l'agganciamento, scende a Velate. Qui, abbandonata la vettura di rimorchio, la automotrice di servizio riprende la corsa per Varese, onde iniziare poi, con quell'intervallo che sarà stabilito da apposito orario, un'altra corsa.

2° Servizio *a navetta* con treno composto (1° caso *Tav. I^a, fig. 2*).

La manovra è simile alla precedente; varia solo in questo: all'inizio, la vettura di rimorchio, invece di trovarsi a Velate, dovrà trovarsi attaccata alla automotrice alla stazione di Varese.

3° Servizio con due vetture o due treni contemporaneamente in moto (2° caso *Tav. I^a, fig. 2*).

Potrà farsi o preparando un treno al Monte ed uno a Varese oppure facendo da Varese partire il 2° treno quando il 1° treno trovasi in corsa di ritorno alla progressiva 6820,00.

4° Servizio con tre vetture o tre treni contemporaneamente in moto (3° caso *Tav. I^a, fig. 2*).

Osservando in questo Allegato la occorrente disposizione dei treni all'inizio del servizio, si vede che per esso occorre stabilire, ai piedi della 2^a funicolare od alla stazione del Monte, una rimessa dove rimanga sempre pronto al bisogno l'unità di treno che si desidera attuare.

VIII. Impianto motore. — A) La “ Prealpina „ esercisce attualmente la tramvia Varese-Masnago coll'energia elettrica, che le è fornita dalla Società delle Strade Ferrate del Mediterraneo (centrale di Tornavento in servizio della ferrovia elettrica Milano-Porto Ceresio) con corrente continua alla tensione di 600 volts.

Volendosi ora addivenire al prolungamento di detta tramvia fino a S. Maria del Monte, si presenta conveniente l'impianto di una apposita stazione generatrice per il servizio dell'intera linea da Varese al Sacro Monte e di quella locale Varese-Masnago, usufruendo la forza elettrica della Vizzola, di cui dispone già la “ Prealpina „ per la distribuzione di luce in Varese e nei paesi circconvicini, e che rimane quasi tutta inutilizzata durante le ore diurne e parzialmente nelle ore notturne.

Questa energia è a corrente alternata alla tensione di 3600 volts, 50 periodi, e volendosi fare il servizio della tramvia con corrente continua a 600 volts, l'impianto motore si riduce alla costruzione di una centrale di trasformazione, dove giunga la condotta elettrica ad alta tensione della Vizzola e donde si diparta quella inserviente alla linea tramviaria.

Tenuto conto di ogni cosa relativamente alla distribuzione di detta energia, alla necessaria sorveglianza, alla ubicazione delle attuali linee elettriche della “ Prealpina „ ed alla opportunità di servire con un'unica stazione generatrice le eventuali future linee tramviarie di Masnago-Comerio-Besozzo, di Brinzio, di Bi-

sozzero, ecc., si è trovato conveniente di stabilire questa stazione lungo la linea progettata in vicinanza al bivio per Casciago, costruendo quivi anche una rimessa pei veicoli.

Occupandoci per ora di quanto occorre per la linea progettata unitamente al servizio urbano Varese-Masnago, senza tuttavia trascurare la eventualità di aumenti nel servizio tramviario, si è prevista la erezione dei seguenti fabbricati:

casa civile di m. $13,70 \times 11,40 \times 8,25$, con ufficio, magazzino e sala per il personale al piano terreno, e per uso abitazione al piano superiore; a mezzodì ed ovest è unito a questo fabbricato un piccolo giardino da servire, occorrendo, ad un futuro ampliamento del fabbricato;

locale per officina meccanica di metri $5,80 \times 10,00 \times 3,20$;

salone di m. $15,60 \times 10,10 \times 5,30$ dove sono gli alternatori, le dinamo, il quadro, gli accumulatori (su impalcato) ed una gru scorrevole;

tettoia di m. $13,70 \times 5,80 \times 3,00$ ad uso magazzino;

tettoia per rimessa dei veicoli, larga fra i pilastri m. 12,60, lunga m. 18,40, alta m. 4,40 ai fili della conduttura; vi stanno quattro binari raccordati ad un binario proveniente dalla linea di corsa; uno di questi binari ha fossa sottostante, larga 2,10 ed alta 2,00 per le occorrenti visite e riparazioni; quivi il binario, rinforzato, è sostenuto da traverse in legno.

Vi è la possibilità di futuri allungamenti del salone e della rimessa.

Il tutto è chiuso da muro di cinta; però il fabbricato civile comunica direttamente coll'esterno e coll'interno, sicchè, mentre è interdetto agli estranei di penetrare nel cortile e locali di servizio, il pubblico avente interessi colla tramvia può comodamente comunicare cogli uffici.

La superficie totale, compreso lo spazio esterno di unione della stazione colla strada di Velate, ed escluso l'allargamento di detta strada, già computato per la formazione della piattaforma stradale, è di mq. 2152,33.

Tali terreni sono posseduti dai signori Piatti Dottor Guglielmo e Ditta Bianchini e Macciachini; a questi dovrebbero espropriare la quantità di mq. 1020,00; al signor Piatti la restante parte.

B) — Nell'allegato *B* sono radunati i risultati dei calcoli fatti per determinare l'energia necessaria sulla condotta elettrica per il servizio contemplato nel caso 3° dell'allegato *A* (tre treni in contemporaneo movimento fra Varese ed il Monte) e per il simultaneo servizio della tramvia quasi urbana sul tratto da Varese a Masnago.

Dall'esame di questi risultati si ricava:

a) che per il servizio locale Varese-Masnago occorre una massima energia di 34 cav. vap., sicchè per le vetture automotrici del servizio locale basterà un motore di 35 Hp;

b) che per ciascun treno per il Monte occorre una massima energia di cav. vap. 103,53 sulla condotta; sicchè le vetture automotrici dovranno essere munite di due motori (uno per asse) della potenza di 50 Hp effettivi;

c) che nella 2^a funicolare la massima energia occorrente è di cav. vap. 27,72 sulla condotta; per cui il veicolo di contrappeso automotore dovrà avere motore di 30 Hp.;

d) che per il massimo servizio completo occorre una forza media costante sul filo di 62 cav. vap. con variazioni periodiche assai sensibili, da zero a persino 245 Hp. per brevi istanti (*sovrapposizioni di treni in salita e di démarrages*).

Consegue immediatamente da questo esame la convenienza, anzi la necessità, di fornire la stazione motrice di accumulatori

a repulsione ed a capacità, che lavorino in parallelo colle dinamo, da studiarsi il tutto in rapporto ai due servizi, luce e trazione, cui vuolsi soddisfare, avendo di mira la massima utilizzazione dell'energia che ora va dispersa.

Questo studio ci ha condotto alla conclusione che è sufficiente, dal lato tecnico, e conveniente, sotto l'aspetto economico, l'impianto di una centrale costituita di quattro unità meccaniche (una di riserva) azionate dalla corrente alternata della Vissola e capaci, ciascuna, di produrre 40 amper di corrente continua a 600 volts, che alimenti la conduttura della tramvia ed una batteria di accumulatori, con gruppo survoltore-devoltore, di 300 elementi (Tipo Tudor, I. R. 18), capace alla sua volta di fornire 85 amper in media con 580 amperore.

Con questa centrale la trazione di cui è caso si può fare colla energia, che la " Prealpina „ già possiede, senza intralciare il servizio luce, perchè la distribuzione è fatta in modo che la carica può eseguirsi tanto durante il servizio tramviario che quando esso cessa, ad intermittenza di tempo e di intensità lungo le 24 ore del giorno, mentre poi la batteria è capace di sopportare per balzi istantanei (20 secondi) sino a 270 amper di scarica e di azionare da sola, per quattro ore di seguito, tutti i motori delle vetture nei periodi anche del massimo servizio di trazione (vedi *allegato C, ultima tabella*).

Completa l'impianto motore il filo in rame di distribuzione dell'energia elettrica, foggato ad 8, sorretto, all'altezza di m. 5,50 dalle rotaie, da morsetti attaccati a fili ferro tesi su braccio solidale a colonna di ferro formata a T, sì e come già fu praticato per la tramvia in esercizio Varese-Masnago (vedi *Fascicolo VI*).

IX. Comunicazione telefonica. — I punti principali della linea sono collegati da linea telefonica con apparecchi a Varese,

a Masnago, alla Centrale, a Velate, alla Prima Cappella, ai piedi della 2^a funicolare, al Monte.

X. Costo dell'opera. — Dai computi dettagliati istituiti sui dati di rilevamento sul luogo (che naturalmente qui si omettono) e da prezzi fatti da Ditte costruttrici il costo complessivo di impianto risulta di lire 680.000, distinto nelle seguenti principali categorie:

Piattaforma stradale, stazioni di servizio, armamento, funi, rotismi, linea elettrica, ecc.	. L. 399.723,08
Materiale rotabile	„ 105.000,00
Stazione centrale di generazione della energia elettrica ed annessi; <i>da servire anche alla tramvia, già in esercizio, Masnago-Varese e predisposta per la fornitura di energia a future linee tramviarie</i>	. „ 105.639,00
Spese generali ed impreviste	„ 69.637,92
Totale „	<u>680.000,00</u>

XI. Spese ed introiti di esercizio. — Dagli elementi di computo registrati nell'allegato *D* le spese di esercizio della attuale linea di Masnago e del progettato prolungamento al Sacro Monte, insieme conglobati, si compendiano nelle seguenti cifre tonde:

Ammortamenti	L. 19.000,00
Manutenzioni	„ 16.730,00
Personale	„ 20.860,00
Trazione	„ 3.000,00
Amministrazione	„ 5.540,00
Impreviste	„ 870,00
Totale lire	<u>66.000,00</u>

Dai dati raccolti nello stesso allegato *D*, e sulla base di una tariffa analoga a quella in vigore per la tramvia attuale della Società Varesina, e cioè: di 0,50 in salita e 0,30 in discesa per Varese-Prima Cappella; di 0,75 in salita e 0,45 in discesa per Varese-Sacro Monte; di 0,35 e 0,25 per Prima Cappella-Monte, si ottiene la seguente previsione attendibile di introito.

A) Movimento attuale:

Traffico locale	{	Varese-Masnago	L. 28.000,00	
		Varese-Velate $40.000 \times 0,30 =$	" 12.000,00	
		Varese-Prima Cappella $20.000 \times 0,40 =$	" 8.000,00	
Forestieri		Varese-Sacro Monte $99.000 \times 0,60 =$	" 59.400,00	
				107.400,00

B) Maggior movimento prevedibile:

Varese-Monte $40.000 \times 0,60$	L. 24.000,00	
Masnago-Monte $5.000 \times 0,45$	" 2.250,00	
Prima Cappella-Monte $15.000 \times 0,35$	" 5.250,00	31.500,00
Totale L.		138.900,00

Con questi dati si ha il seguente:

BILANCIO:

Spese generali di esercizio	L.	66.000,00	
Introiti lordi	"		138.900,00
Utili netti a bilancio	"	72.900,00	
Totale	"	138.900,00	138.900,00

XII. APPENDICE I^a. — Sin qui la relazione annessa al progetto presentato per la concessione.

In questa pubblicazione si aggiunge la dimostrazione dei vantaggi economici offerti dal sistema misto sotto i tre aspetti: dell'**impianto**, dell'**esercizio**, del **profitto** dell'azienda.

Impianto. — Col tracciato sopra descritto la linea è ad ordinaria aderenza sino alla progressiva 5680, dove si raggiunge la quota 497,80 sul

mare. Essendo il punto d'arrivo al Sacro Monte alla quota 815,00, il dislivello ancora da superare è di m. 318 circa. Questo dislivello richiederebbe, con livelletta costante del 6 ‰ (la massima, od almeno la più conveniente per un servizio con vettura di rimorchio) uno sviluppo di m. 5300 in cifra tonda.

Ma le condizioni locali non permettono un tale sviluppo; si rendono indispensabili tre regressi con tratti lunghi circa 50 metri in piano, e per raggiungere la nicchia del Mosè al Sacro Monte bisogna riuscire alla quota 823,00 a nord del cucuzzolo, su cui stanno la Chiesa ed il Collegio, passare in tal punto dalla valle del Vellone al versante verso la Rasa e tornare quasi sui proprii passi per circa metri 420,00.

La linea riuscirebbe in tal modo senza gallerie, ma della lunghezza di almeno $\frac{823,00 - 497,80}{0,06} + 3 \times 50 + 420 = \text{m. } 6000,00$ dalla stazione di Velate al Monte. *(Tale all'incirca era il progetto di massima abbozzato dalla Prealpina, che lo abbandonò).*

Alla stregua del costo preventivato (Lire 54.000) per il tratto in sede propria del descritto progetto (dal Bivio Casciago, prog. 4280, a Velate, prog. 5680) il suddetto tronco di 6000 metri deve giudicarsi del costo di lire 240.000, per la sola piattaforma (ed è forse poco). Aggiungendo a questa somma il costo dell'armamento in lire 24×6000 , quello della condotta elettrica in lire 6×6000 , quello dei fabbricati in lire 14.000 (stazioni di Prima Cappella e del Monte) si avrebbe per questo tronco il complessivo costo di lire 434.000.

Una economia si farebbe per contro nel costo del materiale rotabile, in quanto le vetture costerebbero meno e non occorre la spesa dei veicoli-contrappeso. Per il materiale rotabile si spenderebbero lire 80.000 invece di 105.000,00.

Un aumento di spesa si avrebbe invece nelle spese generali (L. 10.000 circa), e nei meccanismi della stazione motrice e per la batteria degli accumulatori (L. 30.000 circa), causa la maggior occorrente energia.

Cosicchè invece di lire 680.000, il costo di impianto da Masnago al Sacro Monte verrebbe a risultare come segue:

Per la piattaforma, armamento e conduttura elettrica:

da Masnago a Velate	L. 110.000,00
da Velate al Monte	" 434.000,00
Per il materiale rotabile	" 80.000,00
Per la stazione motrice	" 135.000,00
Per spese generali ed imprevisti	" 80.000,00
Per il tratto Varese-Masnago	" 140.000,00
TOTAME	<u>L. 979.000,00</u>

Esercizio. — Prendiamo in esame le diverse fonti di spesa (*Vedi allegato D*).

A. — Ammortamenti.

	10	Somme da ammortare in anni		
		15	25	50
Piattaforma stradale . . . L.				310.000
Armamento "			157.000	100.000
Linea elettrica "		40.000	19.000	
Materiale rotabile "		69.000	60.000	
Stazione motrice e rimesse . . .	59.000	20.000	15.000	50.000
Spese generali				80.000
	<u>L. 59.000</u>	<u>129.000</u>	<u>251.000</u>	<u>540.000</u>
	<u>L. 979.000,00</u>			

Risulterebbe la somma di:

$$59.000 \times 0,0852 + 129.000 \times 0,0518 + 251.000 \times 0,0274 + \\ + 540.000 \times 0,0076 = \text{L. } 22.690 \text{ in cifra tonda.}$$

B. — Manutenzione.

1° Dei veicoli. Supposto un servizio identico a quello contemplato a pag. 2 dell'*Allegato D*, si ha:

Per Masnago	Vett. Km.	84.456
Per il Monte: invece di 12.960	" "	25.272
43.200	" "	84.240
97.920	" "	190.944
		<u>384.912</u>

La spesa sale dunque a: $384.912 \times 0,025 = \text{L. } 9620$ in cifra tonda.

2° Della piattaforma: $4,3 \times 150 + 8,4 \times 400 = \text{L. } 4000,00$.

3° Dell'armamento: $11,7 \times 300 = \text{L. } 3510,00$.

4° Dei fabbricati: L. 1030,00.

5° Del macchinario e della linea elettrica, degli accumulatori e degli attrezzi: il 5 % del costo:

$$(59.000 + 59.000 + 35.000 + 3000) \times 0,05 = \text{L. } 7800,00$$

In complesso le spese di manutenzione ammonterebbero a L. 25.960,00.

C. — Personale.

Si farebbe l'economia di due frenatori per 6 mesi e per contro occorrerebbe un cantoniere in più per un anno. Si avrebbe la spesa di L. 20.400,00.

D. — Trazione.

Gli opportuni computi danno:

a) che occorre una media energia costante di 110 Hp anzichè di soli 62;

b) che per il servizio e numero di corse contemplato nel 3° quadro della tabella *D (Allegato B)* occorrono 2290 Amperore anzichè 1310. Siccome se ne hanno disponibili soltanto 1434, bisognerà acquistare dalla Vezzola il rimanente, e cioè 45 K.W, corrispondenti a 62 Hp, i quali, al prezzo di L. 190,00 importano la spesa annua di L. 11.780,00, oltre a quella di L. 4000 per sorveglianza delle linee di attacco, per olio e per stracci. In complesso la trazione verrebbe a costare L. 15.780,00.

E. — Amministrazione.

Alla stregua di quanto si è considerato nel progetto a trazione mista questa spesa sarebbe:

$$1440 + 969.000 \times 0,005 = \text{L. } 6280,00 \text{ in cifra tonda.}$$

Ma la linea assumendo il carattere di ferrovia, c'è da considerare la tassa sugli introiti per la parte in sede propria. A calcolo, sarebbero altre L. 6000,00 di maggior spesa.

Profitto dell'azienda. — Secondo il bilancio del progetto a trazione mista si ha il profitto del 8,89 per cento del capitale impiegato. Col sistema ordinario si avrebbe il seguente bilancio:

Spese generali di esercizio	.	.	97.110,00	
Introiti lordi	.	.	.	138.900,00
Utili netti a bilancio	.	.	41.790,00	
			<u>138.900,00</u>	<u>138.900,00</u>

al quale corrisponde il profitto del 4,28 per cento del capitale.

Il vantaggio economico è dunque assai rilevante, specialmente perchè trattasi di impresa di carattere aleatorio. Col sistema misto si ha tale elasticità di bilancio da assicurare il capitale anche timido; coi mezzi ordinari mancherebbe qualsiasi elasticità.

XIII. APPENDICE II^a. — Col suesposto sistema misto si sono già abbozzati alcuni progetti ed altri si sono studiati a fondo, e sempre ne è risultato un vantaggio economico tale da rendere possibile l'impianto di un comodo e celere mezzo di comunicazione là dove il limitato traffico non permetteva di averlo coi mezzi ordinari.

Limitando la citazione a due casi, completamente studiati con opportuni rilevamenti e raffronti, si è trovato:

a) Ferrovia elettrica fra Catanzaro-Città e la stazione di Catanzaro-Sala — *distanza a volo d'uccello m. 700,00: dislivello m. 191,90*. — Coi mezzi ordinari occorre: la spesa totale di impianto in L. 700.000,00; una stazione motrice di 70 Hp; una spesa annua di esercizio di L. 105.000,00. Col sistema automotifunicolare si è riuscito, pur facendo identico servizio di viaggiatori e merci, a limitare il capitale d'impianto a L. 570.000; la stazione motrice a 40 Hp; la spesa annua di esercizio a 70.000 lire;

b) Linea sportiva nella valle d'Aosta — *distanza a volo d'uccello m. 4.200: dislivello m. 1.100*. — Con una ferrovia a dentiera si sarebbe dovuto spendere almeno L. 1.800.000 e le spese di esercizio sarebbero state di circa 90.000 lire annue. — Col sistema automotifunicolare la spesa di impianto fu ridotta a L. 750.000 e le spese di esercizio a L. 36.000, pur facendo un servizio più intensivo.

Torino, Ottobre 1905.

ING. ERNESTO STRADA.

CALCOLI RELATIVI ALLE FUNI

I. — In base all'art. 62 delle istruzioni ministeriali, approvate con decreto 14 febbraio 1902, si determinano gli elementi delle funi, tenendo conto :

- a) del massimo peso, che ad esse va attaccato;
- b) della massima pendenza della via;
- c) del peso del tratto di fune in azione; *nel caso concreto, essendo la fune a circuito chiuso ed a sezione costante, si dovrà considerare tutta la lunghezza della fune;*

d) della resistenza d'attrito dei veicoli, *per il che assumeremo $f = 0.004$;*

e) delle resistenze dovute ai rulli, alle curve, alla rigidezza della fune, ecc.;

f) dello sforzo per imprimere il moto alla fune ed ai veicoli in riposo; *nel caso concreto questo sforzo non va preso in considerazione, perchè, quando si inizia il moto, i veicoli trovansi su pendenza minima (2.50 % per la 1ª e 2.44 per la 2ª funicolare) e la fune ha pochissima tensione, sicchè lo sforzo del démarrage aggiunto alla tensione fa un totale sforzo minore d'assai di quello, che la fune deve in seguito sopportare.*

L'espressione generale dello sforzo, cui va soggetto ciascun capo della fune, è la seguente:

$$P \sin \alpha + fP \cos \alpha + pH + T + K,$$

nella quale

- P è il peso del convoglio a massimo carico,
- α l'angolo della via all'orizzonte,
- p il peso unitario della fune,

H il dislivello totale della funicolare,

T il peso del tenditore,

K l'insieme di tutte le resistenze passive, dovute agli attriti dei diversi rulli, alla rigidità della fune, alle curve, ecc.

II. — Passiamo a determinare tutti questi elementi, considerando il caso dei massimi carichi.

1^a *Funicolare.*

Abbiamo: $\sin \alpha = 0.27$; $\cos \alpha = 0.86$ (in cifre tonde); $p = \text{Kg. } 4.40$; $H = \text{m. } 96.00$; $f = 0.04$; $P = \text{Kg. } 17750.00$; $T = \text{Kg. } 600.00$.

Con questi dati la prima parte dell'espressione soprascritta, che chiameremo $\frac{A}{2}$, dà il risultato:

$$\frac{A}{2} = P \sin \alpha + fP \cos \alpha + pH + T =$$

$$17750 \times 0.27 + 0.004 \times 17750 \times 0.96 + 4.40 \times 96.00 + 600 = 5883.95$$

Assumeremo nei successivi computi $\frac{A}{2} = 5900.00$.

Riguardo al termine K devonsi considerare le diverse fonti di resistenza. Queste sono:

a) Subbio superiore.

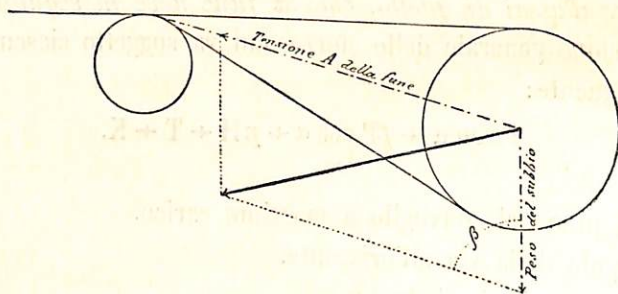
La resistenza passiva a_1 dovuta a questo organo è data dall'espressione:

$$a_1 = \varphi_2 \frac{d}{D} \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB \cos \beta}, \text{ nella quale:}$$

φ_2 è il coefficiente d'attrito nei perni (lubrificati) = 0,07;

d e D sono rispettivamente il diametro dei perni e del subbio = 0,15 e 4,00;

e il radicale è rappresentato dall'intercalata figura schematica:



B è il peso del subbio = K. 2000,

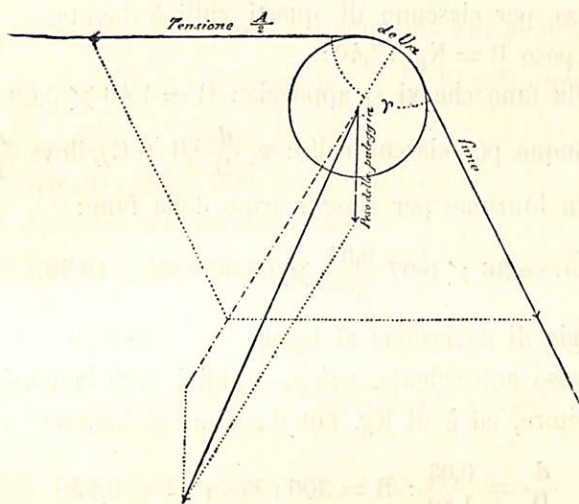
$\cos \beta = 0.06395$ (assumeremo 0.064).

Avremo dunque:

$$a_1 = 0,07 \frac{0,15}{4,00} \sqrt{11800^2 + 2000^2 - 2 \times 11800 \times 2000 \times 0,064} = \text{Kg. } 31,18.$$

b) Puleggia di deviazione.

La resistenza passiva è rappresentata graficamente dalla seguente figura schematica, nella quale si è appositamente esagerata la inclinazione della fune per dare chiarezza alla cosa.



L'angolo γ è però così prossimo a 180° da permettere, facendosi ipotesi che esagera l'attrito, di considerare verticale e concorrente col peso della puleggia la pressione esercitata dalla fune.

Avremo allora la seguente espressione algebrica:

$$a_2 = \varphi_2 \frac{d}{D} \left\{ B + \frac{A}{2} \sqrt{2(1 + \cos \gamma)} \right\}$$

nella quale sono:

$$\varphi_2 = 0,07; \frac{d}{D} = \frac{0,10}{2,50}; B = 500; \frac{A}{2} = 5900; \cos \gamma = -0,985.$$

Passando ai numeri, si ottiene :

$$a_2 = 0,07 \frac{0,10}{2,50} \left\{ 500 + 5900 \sqrt{0,03} \right\} = \text{Kg. } 4,56.$$

c) Puleggie di direzione; in numero di sei per ogni capo di fune.

Si è nel caso antecedentemente considerato, essendo gli elementi numerici: $= \frac{d}{D} \frac{0,08}{1,00}$; $B = 180$; $\cos \gamma = -0,995$, si ricava :

$$a_3 = 6 \times 0,07 \times \frac{0,08}{1,00} \left\{ 180 + 5900 \sqrt{0,01} \right\} = \text{Kg. } 25,87.$$

d) Rulli di sostegno della fune.

La resistenza per ciascuno di questi rulli è dovuta:

al proprio peso $B = \text{Kg. } 18,40$;

al peso della fune che vi si appoggia: $C = 4,40 \times 9,00 = 39,60$.

Avremo dunque per ciascun rullo: $\varphi_2 \frac{d}{D} (B + C)$, dove $\frac{d}{D} = \frac{0,04}{0,30}$ e per i 36 rulli in funzione per ciascun capo della fune:

$$a_4 = 36 \times 0,07 \frac{0,04}{0,30} \times 58,00 = \text{Kg. } 19,49.$$

e) Puleggia di deviazione al basso.

Come nel caso antecedente, *sub b.* — Quivi però la tensione è dovuta soltanto al tenditore, ed è di Kg. 600,00 e poi si hanno :

$$\frac{d}{D} = \frac{0,05}{1,80}; B = 300; \cos \gamma = -0,94;$$

si ricava adunque :

$$a_5 = 0,07 \frac{0,05}{1,80} \left\{ 300 + 600 \sqrt{0,12} \right\} = \text{Kg. } 1,02.$$

f) Subbio inferiore.

Come nel caso antecedente *sub a*, coi seguenti dati:

$$\frac{d}{D} = \frac{0,08}{2,50}; A = 600; B = 800; \cos \beta = 0,173$$

ed avremo :

$$a_6 = 0,07 \frac{0,08}{2,50} \sqrt{600^2 + 800^2 - 2 \times 600 \times 800 \times 0,173} = \text{Kg. } 2,05.$$

g) Curve dell'incrocio.

Qui l'influenza sull'attrito del peso dei rulli è trascurabile, essendo essi inclinati. La resistenza che si cerca è data da:

$$a_7 = \varphi_2 \frac{d}{D} \frac{2\pi\omega}{360} \frac{A}{2},$$

nella quale ω è la somma degli angoli al centro delle 4 curve dell'incrocio per ciascun capo = $14^\circ, 18', 40''$.

Essendo poi $\frac{d}{D} = \frac{0,06}{1,00}$, avremo in concreto:

$$a_7 = 0,07 \times 0,06 \times 0,25 \times 5900 = \text{Kg. } 6,20.$$

h) Rigidezza della fune nell'avvolgimento sul subbio superiore.

Applicando la formola di Eytelwein: $\mu \frac{\delta^2}{D} T$, nella quale

μ è un coefficiente pratico = 58;

d è il diametro della fune = 0,035;

D è il diametro del subbio = 4,00;

T la tensione di ciascun capo della fune = $\frac{A}{2} = 5900$.

Avremo in concreto:

$$a_8 = 58 \frac{0,001225}{4,00} 5900 = \text{Kg. } 104,80.$$

Radunando tutte queste resistenze, si ha infine:

$$K = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + a_7 + a_8 = 31.18 + 4.56 + 25.87 + 19.49 + 1.02 + 2.05 + 6.20 + 104.80 = \text{Kg. } 195.17.$$

E la tensione massima cui va soggetta la fune risulta:

$$P \sin \alpha + fP \cos \alpha + pH + T + K = \text{Kg. } 5900.00 + 195.00 = \text{Kg. } 6095.00.$$

2^a Funicolare.

Per questa si hanno: $p = \text{Kg. } 5,50$; $H = 207,21$; $\sin \alpha = 0,26051$; e $\cos \alpha = 0,96548$, che assumo $0,261$; $0,965$; $P = 17750,00$; $T = 600,00$ quindi $\frac{A}{2} = P \sin \alpha + pH + T = \text{Kg. } 6402,35$ (assumeremo 6400,00);

Essendo poi: D rispettivamente uguale a 5,00; 3,00; 1,00; 0,30; 3,00; 1,00; B rispettivamente uguale a 3000; 700; 180; 18,40; C = 9,00 $\times$ 5,50 = Kg. 49,50; $\omega = 22^\circ, 44'$, essendovi qui due curve nell'andamento planimetrico, oltre a quelle dell'incrocio; $\delta = 0,040$, si ricavano le seguenti resistenze passive:

$$a_1 = 0,07 \frac{0,15}{5,00} \sqrt{12800^2 + 3000^2 - 2 \times 12800 \times 3000 \times 0,10} = \text{Kg. } 26,99$$

$$a_2 = 0,07 \frac{0,12}{3,00} \{ 700 + 6400,00 \sqrt{0,04} \} = \text{„ } 5,54$$

$$a_3 = 8 \times 0,07 \frac{0,08}{1,00} \{ 180 + 6400 \sqrt{0,01} \} = \text{„ } 36,74$$

$$a_4 = 70 \times 0,07 \frac{0,04}{0,30} \times 68,00 = \text{„ } 44,41$$

$$a_5 = 0,07 \frac{0,05}{1,80} \{ 300 + 600 \sqrt{0,12} \} = \text{„ } 1,02$$

$$a_6 = 0,07 \frac{0,10}{3,00} \sqrt{600^2 + 1200^2 - 2 \times 600 \times 1200 \times 0,10} = \text{„ } 3,00$$

$$a_7 = 0,07 \frac{0,06}{1,00} \frac{1364' \times 2 \times 3,14}{21600} \times 5750 = \text{„ } 13,13$$

$$a_8 = 58 \frac{0,04^2}{5,00} \times 5750 = \text{„ } 118,78$$

$$\text{K risulta} = \text{Kg. } \underline{\underline{249,61}}$$

Concludendo: la massima tensione cui va soggetta la fune di questa seconda funicolare risulta:

$$P \sin \alpha + fP \cos \alpha + pH + T + K = \text{Kg. } 6400,00 + 250,00 = \text{Kg. } 6650,00.$$

III. — Le funi scelte soddisfano ampiamente alle prescrizioni governative.

Infatti: Per la prima funicolare si è scelta una fune del diametro esterno di mm. 35, del peso unitario di Kg. 4,40, di 108 fili d'acciaio del diametro di mm. 2,3. Questa fune resiste al carico di rottura di Kg. 54000,00

Essendo di metri 3,00 il diametro del subbio superiore, secondo la formola del Rouleaux: $\frac{R}{\delta} = \frac{100000}{s}$, assunto per s (carico di sicurezza per

l'avvolgimento) Kg. 18, risulterebbe sufficiente il diametro mm. 2.7 per il filo elementare. In merito poi al coefficiente di sicurezza, mentre è prescritto di $\frac{1}{8}$ si ha nel caso quello nostro di $\frac{6095}{54000}$, che si avvicina ad $\frac{1}{9}$.

Per la seconda funicolare (di lunghezza maggiore) si è scelta quella del diametro esterno di mm. 40, del peso unitario di K. 5.50, di 126 fili d'acciaio del diametro di mm. 2.4 e resistente al carico di rottura di Kg. 68000.00. Il coefficiente di sicurezza = $\frac{6650}{68000}$ risulta minore di $\frac{1}{10}$.

CALCOLI RELATIVI AL MOTO

I. Si premettono gli elementi di carico.

A) Servizio colla sola vettura automotrice.

	Peso minimo	Peso massimo
Q = peso della vettura automotrice	8000,00	8000,00
q = carico permanente: manovratore e fattorino .	140,00	140,00
q' = " accidentale passeggeri (N° 36 massimo)	—	2520,00
q'' = " " presunto per bagaglio a mano	—	90,00
Totale Kg.	<u>8140,00</u>	<u>10750,00</u>

b) Nei tratti funicolari:

Per la vettura automotrice	8140,00	10750,00
Q ₁ = peso della vettura di rimorchio	4000,00	4000,00
q ₁ = carico permanente: frenatore	70,00	70,00
Totale Kg.	<u>12210,00</u>	<u>14820,00</u>

Per il contrappeso	{ 1 ^a funicolare	<u>14000,00</u>	<u>14820,00</u>
	{ 2 ^a "	<u>15000,00</u>	<u>15000,00</u>

B) Servizio anche colla vettura di rimorchio.

a) In corsa ordinaria a semplice aderenza.

Per la automotrice	8140,00	10750,00
Q ₁ = peso della vettura di rimorchio	4000,00	4000,00
q ₁ = carico permanente: fattorino	70,00	70,00
q ₁ ' = " accidentale passeggeri (N° 40 massimo)	—	2800,00
q ₁ '' = " " presunto per bagaglio a mano	—	60,00
Totale Kg.	<u>12210,00</u>	<u>17680,00</u>

b) Nei tratti funicolari.

Si aggiunge un frenatore Kg. 70,00	Totale Kg.	<u>12280,00</u>	<u>17750,00</u>
Per il contrappeso	1 ^a funicolare	<u>14000,00</u>	<u>17750,00</u>
	2 ^a "	<u>15000,00</u>	<u>15000,00</u>

II. Ricerca degli sforzi e dell'aderenza necessaria per il moto.

A) In corsa ordinaria a semplice aderenza:

Chiamando S lo sforzo per muovere un convoglio, si ha:

$$S = P \sin \alpha + f P \cos \alpha, \text{ nella quale:}$$

P è il peso del convoglio in kilogrammi;

α è l'angolo all'orizzonte della via;

f è la resistenza unitaria al moto su una orizzontale, dovuta all'attrito nei perni degli assi portanti, alla qualità e stato delle ruotaie, alle curve, ecc., che si assume di:

0,014 per le ruotaie *Phoenix* in città;

0,010 " " *Vignole* su strade ordinarie;

0,006 " " " in sede propria.

Questo sforzo deve essere vinto dall'aderenza dell'unità motrice del treno, il cui coefficiente φ si aggira fra 0,10 e 0,16.

Nel caso concreto l'unità motrice è la vettura automotrice, che ha carico variabile; considerando il caso più sfavorevole, in cui, essendo vuota la automotrice, sia a pieno carico la vettura di rimorchio ed il treno si trovi sulla pendenza massima in salita, ricerchiamo quale è l'aderenza necessaria al moto; cioè cerchiamo il valore di φ dato dall'espressione:

$$\frac{S}{(Q + q) \cos \alpha} = \varphi.$$

Considerando i diversi armamenti e la massima pendenza, si ha:

1°: armamento *Phoenix*; massima pendenza: $\alpha = 0^{\circ},30'$

$$\varphi = 17750 \frac{0.00873 + 0.014 \times 0.99996}{8150 \times 0.99996} = 0,049$$

2°: armamento *Vignole* su strada comune; massima pendenza: $\alpha = 1^{\circ},10'$

$$\varphi = 17750 \frac{0.02036 + 0.010 \times 0.99979}{8150 \times 0.99979} = 0,066$$

3°: armamento *Vignole* in sede propria; massima pendenza: $\alpha = 3^{\circ},30'$

$$\varphi = 17750 \frac{0.06105 + 0.006 \times 0.99813}{8150 \times 0.99813} = 0,146.$$

Conclusione: l'aderenza è sufficiente; però, sarà prudenza caricare sempre prima la vettura automotrice.

B) Nei tratti funicolari.

Nel caso concreto i profili sono con livelletta simmetrica riguardo all'incrocio; la fune a circuito chiuso è di sezione costante, epperchè lo sforzo S per il moto è rappresentato dalla seguente eguaglianza:

$$S = (P - P') \sin \alpha + f(P + P') \cos \alpha + K, \text{ nella quale:}$$

P è il peso del convoglio ascendente;

P' " " " discendente;

α, f e K hanno i significati già indicati nell'Allegato *A*, colla sola avvertenza che nel presente calcolo vanno considerati i due capi della fune, sicchè il termine K risulta:

Per la 1^a funicolare

$$K = a_1 + a_2 + 2a_3 + 2a_4 + a_5 + a_6 + 2a_7 + a_8 = \text{Kg. } 246,73$$

ed analogamente per la 2^a funicolare

$$K = \text{Kg. } 343,89.$$

Avuti in tal modo tutti gli elementi necessari, e considerando delle diverse circostanze di carico quelle estreme di: *a vuoto e pieno carico*, quando il servizio pubblico si fa colla sola vettura automotrice e quelle di: *mezzo carico e carico completo*, quando il servizio pubblico si fa anche colla vettura di rimorchio, si hanno i seguenti sforzi:

1^a *Funicolare.*

a) In salita:

Servizio pubblico con la sola automotrice.

Automotrice vuota:

$$(12210 - 14000) \times 0,27 + 0,004 \times 26210 \times 0,96 + 246,73 = - 127,82 \quad (1)$$

Automotrice piena:

$$(14820 - 14820) \times 0,27 + 0,004 \times 29640 \times 0,96 + 246,73 = + 364,58 \quad (2)$$

Servizio pubblico anche colla vettura di rimorchio.

Treno a mezzo carico:

$$(15000 - 15000) \times 0,27 + 0,004 \times 30000 \times 0,96 + 246,73 = + 365,93 \quad (3)$$

Treno a pieno carico:

$$(17750 - 17750) \times 0,27 + 0,004 \times 35500 \times 0,96 + 246,73 = + 387,05 \quad (4)$$

b) In discesa:

Servizio pubblico con la sola automotrice.

Automotrice vuota:

$$(14000 - 12210) \times 0,27 + 0,004 \times 26210 \times 0,96 + 246,73 = + 830,67 \quad (5)$$

Automotrice piena:

$$(14000 - 14820) \times 0,27 + 0,004 \times 28820 \times 0,96 + 246,73 = + 139,24 \quad (6)$$

Servizio pubblico anche colla vettura di rimorchio.

Treno a mezzo carico:

$$(14000 - 15000) \times 0,27 + 0,004 \times 29000 \times 0,96 + 246,73 = + 92,67 \quad (7)$$

Treno a pieno carico:

$$(14000 - 17750) \times 0,27 + 0,004 \times 31750 \times 0,96 + 246,73 = - 639,22 \quad (8)$$

2^a *Funicolare.*

a) In salita:

$$(12210 - 15000) \times 0,261 + 0,004 \times 27210 \times 0,965 + 343,89 = - 275,29 \quad (1')$$

$$(14820 - 15000) \times 0,261 + 0,004 \times 29820 \times 0,965 + 343,89 = + 403,34 \quad (2')$$

$$(15000 - 15000) \times 0,261 + 0,004 \times 30000 \times 0,965 + 343,89 = + 459,69 \quad (3')$$

$$(17750 - 15000) \times 0,261 + 0,004 \times 32750 \times 0,965 + 343,89 = + 1188,05 \quad (4')$$

b) In discesa:

$$(15000 - 12210) \times 0,261 + 0,004 \times 27210 \times 0,965 + 343,89 = + 1173,25 \quad (5')$$

$$(15000 - 14820) \times 0,261 + 0,004 \times 29810 \times 0,965 + 343,89 = + 504,68 \quad (6')$$

$$(15000 - 15000) \times 0,261 + 0,004 \times 30000 \times 0,965 + 343,89 = + 459,69 \quad (7')$$

$$(15000 - 17750) \times 0,261 + 0,004 \times 32750 \times 0,965 + 343,89 = - 246,63 \quad (8')$$

NB. Qui sopra si sono considerate come esattamente simmetriche rispetto alla metà dell'incrocio le posizioni dei veicoli (uno ascendente, l'altro discendente). Realmente ciò non è, perchè la fune per effetto della temperatura si accorcia e si allunga (l'allungamento per l'uso si corregge periodicamente con tagli opportuni); però essendo questa variazione al più di metri 3,20 (per la 2^a funicolare), la dissimetria che ne consegue non altera sensibilmente i risultati ottenuti; essa è influente soltanto nei raccordi, dove al minimo si avrà 20 minuti di variazione nell'inclinazione, che si traduce in Kg. 18,00 nel caso più sfavorevole.

Vediamo ora se l'aderenza di cui si dispone in ciascuna funicolare è sufficiente per vincere gli sforzi trovati.

1^a Funicolare.

Il caso più sfavorevole è il (5), nel quale, mentre si ha il massimo sforzo, si ha la vettura automotrice, unica fonte di aderenza, completamente scarica.

Cerchiamo il valore di φ . Esso è dato dall'espressione

$$\varphi = \frac{S}{(Q + q) \cos \alpha} = \frac{830,67}{8140 \times 0,96} = 0,106$$

che è valore attendibilissimo.

2^a Funicolare.

Qui per l'aderenza abbiamo il veicolo — contrappeso. Il caso più sfavorevole è il (4'), ed il valore di φ è dato da

$$\varphi = \frac{1188,05}{15000 \times 0,965} = 0,082$$

che è valore attendibilissimo.

III. Energia occorrente per una corsa di andata e ritorno da Varese al Monte.

Dati gli sforzi, l'energia in cavalli-vapore, HP, che, trattandosi di energia elettrica trasmessa con filo aereo, occorre avere nella conduttura, è dato da:

$$\frac{S.v}{\eta.75} = \text{HP, nella quale}$$

v è la velocità del veicolo, variabile secondochè è indicato nella Tav. I^a, Fig. 2.

η è il coefficiente di rendimento dei motori e relativi meccanismi = 0,80.

Applicando questa formola alle diverse circostanze di un treno in ascesa ed in discesa, a seconda dei diversi carichi, e prendendo inoltre in considerazione la durata di ciascun periodo, in cui l'energia occorre in modo costante, si è compilata la seguente *Tabella A*, che è inutile spiegare perchè di evidente chiarezza.

TABELLA A. — Sforzi, potenza e quantità di energia necessarie per

Numero d'ordine	TRATTE NELLE QUALI SI PUÒ DIVIDERE L'INTIERA LINEA	Armamento	Lunghezza delle tratte	Pendenza in		Velocità del treno	Durata dei percorsi	
				ascesa	discesa			
			metri	per ‰	per ‰	metri	minuti"	
a) Da Varese al Monte								
	Stazione della Ferrovia.	Phoenix						
1	Bivio Pozzo Vaghetto		600		5	3.16	190	
2	Piazza del Municipio		350	8		3.16	110	
	Fermata						30	
3	Vicolo Vellone	Vignole su strada	450	8		5.50	82	
4	Villa Pozzi		2250	15		5.50	409	
5	Ippodromo		150		18	5.50	30	
6	Bivio Casciago		470	20		5.50	79	
	Fermata						30	
7	Ponte Vellone	Vignole sede propria	780	60		5.30	147	
8	Valle Vellone		130	0	0	5.30	24	
9	Strada Velate-Fogliaro		470	60		5.30	89	
10	Stazione Velate		50		25	5.30	10	
	Fermata						30	
11	Stazione Prima Cappella	Speciale	430	Funicolare		1.40	300	
	Fermata						30	
12	Piedi seconda funicolare		Vignole	270	60		4.70	60
	Fermata						30	
13	Stazione Monte	Speciale	850	Funicolare		1.40	600	
	Totali			7250				2280
b) Dal Monte a Varese								
	Stazione Monte.							
14	Piedi seconda funicolare		850	Funicolare		1.40	600	
	Fermata						30	
15	Stazione Prima Cappella		270		60	4.70	60	
	Fermata						30	
16	Stazione Velate		430	Funicolare		1.40	300	
	Fermata						30	
17	Strada Velate Fogliaro		50	25		5.30	10	
18	Valle Vellone		470		60	5.30	89	
19	Ponte Vellone		130	0	0	5.30	24	
20	Bivio Casciago		780		60	5.30	147	
	Fermata						30	
21	Ippodromo		470		20	5.50	79	
22	Villa Pozzi		150	18		5.50	30	
23	Vicolo Vellone		2250		15	5.50	409	
24	Piazza del Municipio		450		8	5.50	82	
	Fermata						30	
25	Bivio Pozzo Vaghetto		350		8	3.16	110	
26	Stazione Ferrovia		600	5		3.16	190	
	TOTALI		7250				2280	

per una corsa completa fra Varese, il Monte e viceversa.

SERVIZIO COLLA SOLA VETTURA AUTOMOTRICE						SERVIZIO ANCHE COLLA VETTURA RIMORCHIATA					
Sforzi		Potenza		Quantità energia		Sforzi		Potenza		Quantità energia	
vuota	carica	vuota	carica	vuota	carica	$\frac{1}{2}$ carico	pieno carico	$\frac{1}{2}$ carico	pieno carico	$\frac{1}{2}$ carico	pieno carico
Kg.	Kg.	HP.	HP.	HP''	HP''	Kg.	Kg.	HP.	HP.	HP''	HP''
74	97	3.90	5.10	741	969	135	160	7.11	8.44	1351	1604
179	237	14.14	15.81	1555	1739	330	390	17.38	20.56	1912	2262
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
179	237	16.41	21.72	1345	1781	330	390	30.25	35.75	2481	2932
— 204	— 267	18.70	24.71	7648	10106	375	443	34.54	40.61	14127	16610
— 65	— 86	»	»	»	»	— 120	— 142	»	»	»	»
244	322	22.36	29.51	1766	2331	450	532	41.25	48.76	3259	3852
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
540	710	47.70	62.71	7012	9218	990	1172	87.45	103.53	12855	15219
49	65	4.33	5.74	104	138	90	109	7.95	9.63	191	231
540	710	47.70	62.71	4245	5581	990	1172	87.45	103.53	7783	9214
— 154	— 204	»	»	»	»	— 285	— 337	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— 143	+ 349	»	8.14	»	2452	351	372	8.19	8.68	2457	2604
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
540	710	42.30	55.61	2538	3337	990	1172	74.21	91.81	4453	5509
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— 275	403	»	9.40	»	5640	460	1188	10.73	27.72	6438	16632
1173	505	27.70	41.78	16620	7068	460	— 246	10.73	»	6438	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— 440	— 580	»	»	»	»	— 810	— 958	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
815	124	19.02	2.89	5706	867	77	— 655	1.83	»	549	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
252	334	22.26	29.50	223	295	465	550	41.07	48.60	441	486
— 440	— 580	»	»	»	»	— 810	— 958	»	»	»	»
49	65	4.33	5.74	104	138	90	109	7.95	9.63	191	231
— 440	— 580	»	»	»	»	— 810	— 958	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— 82	— 108	»	»	»	»	— 150	— 178	»	»	»	»
228	301	20.90	27.60	627	828	420	497	38.50	45.56	1155	1367
— 41	— 54	»	»	»	»	— 75	— 89	»	»	»	»
49	65	4.49	5.97	122	489	90	109	7.91	10.00	648	820
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
49	65	2.56	3.42	282	376	90	109	4.74	5.74	521	631
154	204	8.10	10.75	1539	2043	285	337	15.01	17.54	2852	3333
				52177	55396					70072	83537

**IV. Energia occorrente per il servizio locale
da Varese a Masnago e viceversa.**

Per questo servizio vi hanno :

Vettura automotrice	Kg.	7000,00
Carico permanente	"	140,00
" accidentale massimo	"	2800,00
Vettura di rimorchio	"	2500,00
Carico permanente	"	70,00
" accidentale massimo	"	2310,00
Totale massimo	Kg.	<u>14820,00</u>

Ricordando, senza qui ripeterli, i dati, più sopra riportati, relativi alla lunghezza delle tratte, alle pendenze, alla velocità, si compila la seguente

TABELLA B. — Servizio locale

Varese-Masnago e viceversa (massimo carico).

Stazione ferroviaria	Arma- mento	Sforzi	Potenza	Démarage	Durata percorso	Quantità energia
1 Bivio Pozzo Vaghetto	Phoe- nix	Kg. 134	HP 7,20	HP 1,80	190"	HP" 1710
2 Piazza Municipio		" 326	" 17,20	" 4,30	110"	" 2365
3 Vicolo Vellone		" 326	" 29,90	" 6,00	82"	" 2944
4 Masnago	Vignole	" 370	" 34,00	" 5,00	338"	" 13182
Totali					<u>720"</u>	<u>20201</u>
Masnago						
5 Vicolo Vellone	"	" »	" »	" 2,50	338	" 845
6 Piazza Municipio	"	89	" 8,20	" 3,00	82	" 918
7 Bivio Pozzo Vaghetto	"	89	" 4,70	" 3,00	110	" 847
8 Stazione ferroviaria	"	282	" 17,30	" 4,20	190	" 4085
Totali					<u>720</u>	<u>6695</u>

V. Energia occorrente sulla condotta aerea per il servizio considerato nel caso 3° della Fig. 2, Tav. I^a unitamente a quello locale Varese-Masnago.

Dalla combinazione del diagramma-orario delineato al caso 3° dell'*Allegato A* colle tabelle antecedenti, tenuto conto degli sforzi per gli abbrivi (*démarrages*) dei treni da Varese al Monte e viceversa; considerando che ad ogni periodo di 30 minuti primi si rinnovano le stesse condizioni di sforzi; ritenendo che se nelle prime ed ultime ore di servizio si potrà avere soventi il pieno carico, ciò non avviene costantemente per tutti i periodi durante l'esercizio di un'intera giornata, sicchè è sufficiente considerare un costante carico di $\frac{3}{4}$ del massimo, compensandosi, mediante gli accumulatori, i servizi massimi con quelli minori dei $\frac{3}{4}$ considerati, si è compilata la seguente *Tabella C*, a base dello studio per l'impianto motore.

TABELLA C. Energia occorrente sulla condotta aerea per ogni periodo di 30 minuti primi.

Tre treni composti con $\frac{3}{4}$ di carico per il Monte e servizio locale Varese-Masnago.

N° d'ord.	Periodi in minuti secondi	S F O R Z I			Per dé- marrage	Servizio locale	Energia totale	
		Treno A	Treno B	Treno C				
1	190"	HP 7,75	HP 19,50	HP 0,50	HP" »	HP" 475	HP" 5747	
2	50"	" 18,00	" 19,50	" 0,50	" »	" 316	" 2216	
3	30"	" 18,00	" 19,50	" »	" »	" 336	" 1461	
4	10"	" 18,00	" 19,50	" 44,50	" 890	" 112	" 1822	
5	20"	" 18,00	" 19,50	" 0,50	" »	" 224	" 984	
6	30"	" »	" 19,50	" »	" »	" »	" 585	
7	40"	" 32,75	" 19,50	" »	" 655	" 308	" 3053	
8	20"	" 32,75	" 19,50	" 9,00	" »	" 154	" 1379	
9	20"	" 32,75	" 19,50	" »	" 655	" 154	" 1854	
10	70"	" 37,50	" 19,50	" »	" »	" 1091	" 5081	
A riport. 480"					HP" 2200	HP" 3170	HP" 24182	

N° d'ord. Riporto	Periodi in minuti secondi	S F O R Z I			Per dé- marrage	Servizio locale	Energia totale
		Treno A	Treno B	Treno C			
	480''				HP'' 2200	HP'' 3170	HP'' 24182
11	170''	HP 37,50	HP »	HP »	» 450	» 3225	» 10050
12	30''	» 37,50	» »	» 42,00	» »	» »	» 2385
13	140''	» 37,50	» »	» »	» 1200	» »	» 6450
14	30''	» »	» »	» »	» »	» »	» »
15	80''	» 45,00	» »	» »	» »	» 540	» 4140
16	30''	» »	» »	» »	» »	» 270	» 270
17	60''	» 96,00	» »	» »	» 1200	» 540	» 7500
18	70''	» 96,00	» 5,00	» »	» »	» 1005	» 8075
19	20''	» 96,00	» 5,00	» 9,00	» »	» 430	» 2630
20	20''	» 9,00	» 5,00	» 9,00	» »	» 430	» 890
21	40''	» 96,00	» 5,00	» 9,00	» »	» 860	» 5260
22	30''	» 96,00	» 5,00	» »	» »	» »	» 3030
23	20''	» 96,00	» 5,00	» 5,00	» 450	» 718	» 3288
24	40''	» »	» 5,00	» 5,00	» 450	» 1436	» 2286
25	50''	» 9,00	» 5,00	» 5,00	» »	» 1882	» 2832
26	190''	» 9,00	» 5,00	» 16,50	» »	» 7410	» 13205
27	60''	» 9,00	» 5,00	» »	» »	» 2340	» 3180
28	30''	» »	» 5,00	» »	» »	» 1170	» 1320
29	30''	» 81,50	» 5,00	» »	» 1200	» 1170	» 4965
30	30''	» 81,50	» »	» »	» »	» »	» 2445
31	30''	» »	» »	» »	» »	» »	» »
32	60''	» 19,50	» »	» »	» 390	» 150	» 1710
33	60''	» 19,50	» 0,50	» »	» »	» 150	» 1350
Totali 1800''					HP'' 7540	HP'' 26896	HP'' 111443

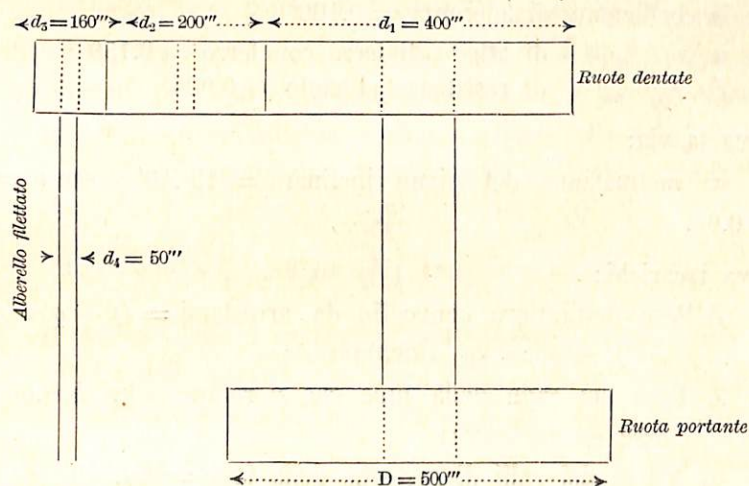
$$\text{Media energia costante} = \frac{111443}{1800} = \text{HP } 62,00 \text{ in cifra tonda.}$$

V. La possibilità di attuare il servizio tramviario, come sopra previsto e studiato, con quella parte di energia che sopravanza, dopo adempimento in modo completo il servizio luce, è dimostrata dalla seguente

CALCOLI RELATIVI ALL'AZIONE ED AUTOMATICITÀ DEI FRENI

A) Azione dei freni.

I. L'insieme schematico del meccanismo dei freni è rappresentato dalla seguente figura:



II. Considerando per il calcolo dei freni: il tratto funicolare di maggior pendenza (intermedio della 1^a funicolare); le condizioni di carico più sfavorevoli (automotrice a pieno carico e la vettura di rimorchio vuota); ed il caso di rottura della fune ancor esso più sfavorevole (capo discendente), si premettono i seguenti dati:

Circa i meccanismi:

p passo della vite dell'albero dei freni: 0.0157.

s spazio fra ciascuna branca o ganascia della tenaglia e la ruota
 $= 0.004$

i inclinazione della filettatura; $\text{tang. } i = 0.100$

ρ angolo di attrito della vite; $\text{tang. } \rho = 0.100$

$\frac{h_1}{h_2}$ rapporto fra i bracci di leva di ciascuna branca della tenaglia
 $= \frac{0.324}{0.120} = 2.70$

D diametro delle ruote portanti del veicolo $= 0.500$

d_1, d_2, d_3 diametri delle ruote dentate $= 0.440; 0.200; 0.120$

d_4 diametro della vite $= 0.050$

β angolo delle guancie del fungo rispetto al pernio delle branche della tenaglia $= 0.00$.

Circa i coefficienti:

ϕ coefficiente di aderenza $= 0.100$

ϕ_1 " di attrito di ferro con ferro $= 0.150$

f " di resistenza al moto $= 0.004$.

Circa la via:

α inclinazione del piano inclinato $= 15^\circ.40'$; $\text{sen } \alpha = 0.27$;
 $\cos \alpha = 0.96$.

Circa i carichi:

Z Peso dell'intero convoglio da arrestarsi $= Q + q + q' + q''$
 $+ Q_1 + q_1 = \text{kg. } 14820.00$

Z' Peso del capo della fune che si rompe $= \text{kg. } 400.00$ (*anche essa va arrestata*)

α_4 Attriti dei rulli di sostegno della fune $= \text{Kg. } 40$

$Q_1 + q_1$ Peso della vettura di rimorchio agente sui freni $= 4070.00$

V velocità del treno in normale servizio $= 1.40$ per secondo.

III. E passiamo all'esame dell'azione dei freni.

a) Ciò che mette in azione il sistema dei due freni automatici, che agiscono contemporaneamente, è la forza d'aderenza delle ruote della

vettura di rimorchio colle ruotaie su cui pesa. Questa forza, che chiamo A, è data da:

$$A = \varphi (Q_1 + q_1) \cos \alpha = 0.100 \times 4070.00 \times 0.960 = \text{kg. } 390.72.$$

b) Questa forza per mezzo delle dentate d_1, d_2, d_3 agisce sulla vite della tenaglia.

Avremo dunque, astrazione fatta per il momento dalle perdite,

$$\begin{array}{llllllll} 1^\circ & \text{alla periferia della ruota } d_1 & \text{una forza data da } A & \frac{D}{d_1} \\ 2^\circ & " & " & " & d_2 & " & " & " & A & \frac{D}{d_1} \frac{d_1}{d_2} \\ 3^\circ & " & " & " & d_3 & " & " & " & A & \frac{D}{d_1} \frac{d_1}{d_2} \frac{d_2}{d_3} \end{array}$$

e, cioè, sulla circonferenza del circolo di diametro utile del rocchetto callettato sull'alberello della vite, la forza:

$$F = A \frac{D}{d_3} = 390.72 \frac{0.50}{0.12} = \text{Kg. } 1628.00.$$

c) Questa forza teorica F è ridotta a causa delle perdite dovute all'attrito delle ruote dentate ed alla resistenza al moto del veicolo. Tenuto conto del numero dei denti, del diametro delle ruote ed osservando che le ruote dentate sono chiuse in una scatola a grasso od a olio, si può ritenere di 0.96 il rendimento del meccanismo; la forza effettiva F sarà dunque:

$$F_1 = 0.96 A \frac{D}{d_3} = 0.96 \times \text{Kg. } 1628.00 = \text{Kg. } 1562.88.$$

d) Avendo fatto $\beta = 0.00$, la detta forza F_1 agirà tutta normalmente alle faccie delle ruotaie per mezzo delle quattro branche delle due tenaglie. Tenendo ora conto di tutti gli elementi sopra elencati circa i coefficienti, la filettatura della vite, ecc., la detta forza F_1 genererà una resistenza di attrito, che chiamo K, fra ganascia e ruotaie, data da:

$$K = \varphi_1 \frac{F_1}{\tan(i + \rho)} \frac{d_3}{d_4} \frac{h_1}{h_2} = 0.150 \frac{1562.88}{0.202} \times \frac{0.120}{0.050} \times 2.70 = \text{Kg. } 7520.36.$$

III. Per passare ora all'equazione dei freni, bisogna ricercare prima la velocità V_1 del treno nel momento in cui le tenaglie incominciano a premere su esse; velocità che da quella iniziale di 1.40 al mo-

mento della rottura della fune si accresce per gravità durante il tempo necessario affinchè le branche delle tenaglie possano avvicinarsi alle ruotaie.

Essendo $s = 0.004$ lo spazio fra ganascie e ruotaie e chiamando n il numero di giri, che deve fare la vite per far superare alle ganascie il detto spazio, si ha:

$$n = \frac{s}{p} \frac{h}{h_1} = \frac{0.004}{0.0157} \times 2.70 = 0.688.$$

Il corrispondente numero di giri della ruota D è dato poi da:

$$N = n \frac{d_3}{d_2} \frac{d_2}{d_1} = 0.688 \times \frac{0.120}{0.440} = 0.188.$$

Di conseguenza lo spazio S percorso dal treno prima che le ganascie abbiano a premere contro le ruotaie è:

$$S = N\pi D = 0.188 \times 3.14 \times 0.50 = m\,0.296.$$

Avremo di conseguenza:

$$V_1 = \sqrt{V^2 + 2gS(\sin\alpha - f\cos\alpha)} = \\ = \sqrt{1.40^2 + 2 \times 9.81 \times 0.296(0.27 - 0.004 \times 0.96)} = \sqrt{3.51} = m^i. 1.87.$$

IV. Applicando ora l'equazione delle forze vive, e chiamando S_1 l'ulteriore spazio che deve percorrere il treno, affinchè l'attrito delle ganascie contro le ruotaie possa assorbire la forza viva del treno, si avrà:

$$(Z + Z') \frac{V_1^2}{2g} = S_1 (K + fZ \cos\alpha - Z \sin\alpha - Z' + \alpha_4)$$

dalla quale si ha:

$$S_1 = \frac{V_1^2}{2g} \frac{Z + Z'}{K + fZ \cos\alpha - Z \sin\alpha - Z' + \alpha_4} = 0.178 \times \frac{15220}{3215.87} = 0.832$$

Sarà dunque:

$$S + S_1 = 0.296 + 0.842 = m. 1.138$$

lo spazio totale, che il treno percorrerà dall'istante in cui si rompe la fune a quello del suo arresto, ed è questo un **risultato favorevole all'insieme meccanico studiato.**

NB. È inoltre da notare che essendo le faccie delle ruotaie inclinate rispetto alla verticale, la forza K agente su di esse tende a sollevarle e quindi a premerle contro la fascia delle ruote del veicolo, sicchè, dopo il contatto delle branche della tenaglia colle ruotaie, aumenta sensibilmente l'aderenza delle ruote colla faccia superiore del fungo.

B) Automaticità.

I. L'automaticità nell'azione dei freni sopra esaminati è ottenuta mediante disgrani comandati da un sistema di leve, rappresentato schematicamente dalle seguenti due figure:

Fig. 1. — Squadra del gancio.

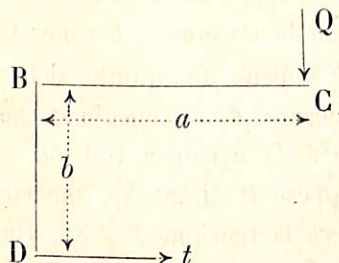
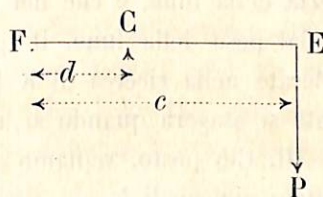


Fig. 2. — Squadra dell'alberello dei disgrani.



nelle quali:

B fulcro della squadra $G G_1$ porta-fune

D punto d'applicazione della tensione che tiene sollevato il braccio orizzontale BC della detta squadra

C punto d'applicazione della forza Q generata dalla leva rappresentata nella fig. 2^a

F fulcro della leva

C punto d'appoggio

E punto d'applicazione del peso P

Si hanno nel caso concreto i seguenti dati numerici

$$a = 0,75; \quad b = 0,35; \quad c = 0,60; \quad d = 0,10; \quad P = 20 \text{ kg.}$$

II. Vediamo ora quale può essere il massimo valore di t quando si rompe la fune e nasce la necessità di agire del detto sistema di leve.

Il caso più sfavorevole si ha nella 2^a funicolare, ed è quando si rompe la fune del veicolo discendente proprio vicino al gancio e quando esso veicolo si trova all'estremo inferiore della livelletta del 27,01 ‰.

È da tenere presente che, essendo la fune a circuito chiuso ed a sezione costante, a controbilanciare il pesc del capo di fune rotta si ha il peso di tutto l'altro ramo della fune attaccato all'altro veicolo, sicchè nel caso concreto la tensione t è piccolissima e dovuta soltanto alla differenza

fra le resistenze passive, che si oppongono allo scorrimento del capo di fune rotta, e la azione positiva del detto maggiore peso dell'altro capo di fune.

Senza addentrarci nel dedalo di calcoli necessari per determinare in modo esatto questa tensione t , ricordando semplicemente che, all'infuori dell'attrito nei perni dei rulli di sostegno, dette resistenze passive (*Allegato A*) sono proporzionali alla tensione, che agisce sui diversi rulli e sulla rigidità della fune, e che nel caso concreto la tensione t è generata soltanto dal peso della fune, il quale peso è appena un quinto del carico considerato nella ricerca di K fatta nell'*Allegato A*, si conchiude che certamente si esagera quando si ammetta che t sia uguale a 100 kg.

III. Ciò posto, vediamo se il contrappeso P di 20 kg. mediante il progettato giuoco di leve è capace di vincere la tensione $t = \text{Kg. } 100$.

a) in C si ha la forza Q rappresentata da

$$Q = \frac{Pc}{d} = \frac{20,00 \times 0,60}{0,10} = \text{kg. } 120,00$$

b) per l'equilibrio poi della leva rappresentata nella 1^a figura deve essere

$$A a = b t \quad \text{dalla quale si ricava}$$

$$t = \frac{Q a}{b} = \frac{120 \times 0,75}{0,35} = \text{kg. } 257,10$$

Ma t è, al più, Kg. 100; dunque: l'automaticità è garantita.

IV. Rimane ora a vedere se il scelto contrappeso P di 20 kg. è troppo forte in rapporto della necessità che la squadra A sia liberata dal nasello, che la tiene inattiva, quando il treno comincia a trovarsi su livelletta su cui convenga avere pronti i freni automatici, livelletta che si reputa dover essere quella del 10 %. Su questa livelletta la minima tensione t_1 , trascurati gli attriti, è data da $P \sin \alpha$, dove P rappresenta il minimo peso del treno che è (*Allegato B*) di kg. 12.210.

Ne risulta $t_1 = P \sin \alpha = \text{kg. } 12.210 \times 0,10 = 1210,00$, mentre la tensione generata dal contrappeso P è soltanto di Kg. 257.10.

Dunque: ogni cosa va bene.

NB. — Non conviene allentare la squadra A di attacco prima che il treno si trovi su livelletta almeno del 10 %, perchè non avvenga che, per una falsa manovra del personale sui freni a ceppi od elettrici, venga il peso P a cadere ed ingranare i freni automatici. Nel tempo stesso essendo il 10 % in fine di corsa, deve in tal punto il manovratore essere pronto a girare i freni ordinari, sia per rallentare la corsa del treno, sia per fermarlo, in caso di rottura della fune, la quale, d'altra parte, difficilmente qui può avvenire, essendo la tensione scesa di molto al di sotto di quella sopportata nell'antecedente servizio.

V. È pregio poi dell'opera notare, in merito ai freni automatici, come nell'organismo nostro l'azione di questi sia sicura sempre e pronta, mentre ciò non è nelle funicolari ordinarie, dove la fune è avvolta più volte sul subbio superiore. Nelle ordinarie funicolari adunque l'azione automatica dei freni avviene o non prontamente, a seconda della posizione dei veicoli in rapporto al punto di rottura, a meno di considerare, come con indulgenza si fa, la fune come una molla in azione, che, liberata dalla tensione, tenda a prendere la lunghezza naturale di riposo e che perciò da sè stessa si rallenti intorno ai subbi, tanto da permettere lo scatto dei contrappesi dei freni.

DATI RELATIVI ALLE SPESE DI ESERCIZIO ED AGLI INTROITI

a) SPESE.

A. IMPORTO TOTALE D'IMPIANTO. — Avendosi unica direzione ed unica stazione motrice, per le spese di esercizio si dovranno conglobare in uno l'attuale linea Masnago-Varese ed il nuovo prolungamento progettato.

L'importo totale da prendersi in considerazione per le spese di esercizio sarà adunque il seguente :

Designazione oggetti	Per Masnago	Per il Monte	In complesso
Piattaforma stradale (in cifre tonde) L.	3.000	L. 255.000	L. 258.000
Armamento " "	63.000	" 111.000	" 174.000
Linea elettrica " "	13.000	" 18.000	" 31.000
Funi e rotismi " "	»	" 20.000	" 20.000
Materiale rotabile " "	49.000	" 105.000	" 154.000
Stazione centrale e rimesse " "	8.000	" 106.000	" 114.000
Spese diverse tecniche e di amministrazione ed impreviste " "	4.000	" 65.000	" 69.000
Totali . . . L.	<u>140.000</u>	" <u>680.000</u>	" <u>820.000</u>

B. AMMORTAMENTI. — Questo totale di L. 820.000 agli effetti della quota annuale di ammortamento va ripartito come segue, tenuto conto della maggiore o minore facilità di deperimento, malgrado la più accurata manutenzione, ed avuto presente che, in un'azienda industriale, l'intero capitale devesi ammortare in un periodo di tempo, che nel caso concreto si suole assumere di 50 anni.

Lire 820.000

$$45.000 \times 0,0852 + 123.000 \times 0,0518 + 192.000 \times 0,0274 + 460.000 \times 0,0076 = \text{L. } 19.000,00 \text{ in cifra tonda.}$$

Il computo delle vetture-chilometro si ha dal seguente specchio:

TOTALE	V. Km. <u>238.536</u>
--------	-----------------------

B) Linea funicolare.

1° Periodo	vetture per il	N. 4	N. 120	N. 9	Km. 2,5	V. Km. 10.800
2° " "	pubblico e veicoli	" 4	" 120	" 20	" 2,5	" 24.000
3° " "	contrappeso	" 4	" 120	" 34	" 2,5	" 40.800
TOTALE						V. Km. <u>75.600</u>

La manutenzione dei veicoli sarà adunque:

$$238.536 \times 0,025 + 75.600 \times 0,005 = \text{L. } 6.340,00 \text{ in cifra tonda.}$$

2° Per la piattaforma stradale bisogna distinguere la linea in tre parti: su strada ordinaria (Km. 4,30); in sede propria con binario ordinario, dove la piattaforma è a struttura ordinaria (Km. 2,7); in sede propria per funicolare, dove la piattaforma è a struttura murale (Km. 1,25). Considerando poi che nel personale si è annotata la spesa di un cantoniere, assumeremo di L. 150 la spesa unitaria per Km. della prima parte; di lire 400 quella della seconda; di lire 100 quello della terza; e quindi di $4,3 \times 150 + 2,7 \times 400 + 1,25 \times 100 = \text{L. } 1850,00$, l'importo totale.

3° Anche per l'armamento la manutenzione è diversa secondochè trattasi di linea ordinaria o funicolare, sia in causa della diversa struttura, sia per la velocità con cui vi corrono i treni; assumeremo lire 300 al Km. per l'armamento ordinario e lire 100 per quello speciale. Si ha in tutto: $6,00 \times 300 + 1,25 \times 100 = 1925,00$.

4° Nei tratti funicolari vi è invece da considerare la manutenzione dei rotismi e cioè il ricambio delle bronzine, degli oliatori, e simili; il consumo di grasso ed olio, in lire 300 per Km. e così:

$$1,25 \times 300 = 375,00.$$

5° Per i fabbricati si assume 1,50 per cento del costo. Si hanno in cifre tonde lire: 1.200 per la stazione di Velate; lire 4.000 per la stazione della prima Cappella; lire 2.000 per la tettoia ai piedi della seconda funicolare; lire 10.000 per la stazione del Monte; lire 6.000 per la rimessa attuale della linea Masnago; lire 46.000 per la stazione centrale. Si avrà dunque: $69.200 \times 0,015 = \text{lire } 1.038,00$.

6° Per la linea e il macchinario elettrico, gli accumulatori ed attrezzi diversi, si assume il 5 % del costo e così:

$$(31.000 + 35.000 + 35.000 + 3.000) \times 0,05 = \text{Lire } 5.200,00.$$

Le spese di manutenzione sommano in complesso a L. 16.730,00 in cifra tonda.

D) PERSONALE. — La differenza fra il servizio estivo e quello delle altre stagioni consiglia di assumere in pianta fissa il personale capace della manovra delle vetture, e dei meccanici addetti alla stazione centrale e simili, e di assumere, nella qualità di fattorini, il personale straordinario occorrente nel periodo di maggior traffico.

In questo periodo si hanno in servizio contemporaneo quattro vetture automotrici, quattro vetture di rimorchio e due veicoli contrappeso; l'orario è poi di 17 ore, sicchè bisogna fare due turni di servizio. Occorrono adunque pel personale viaggiante: 9 conduttori, 6 fattorini e 2 frenatori; per il personale addetto al macchinario ed alla linea: 3 meccanici ed un cantoniere; per l'ufficio: un inserviente; per la direzione: un controllore ed un ispettore, che sarà anche capo della stazione centrale.

Nel periodo di maggior traffico si assumeranno quale personale straordinario i 6 fattorini ed i due frenatori. Sono da porsi a carico dell'esercizio di trazione: 9 conduttori a lire 80,00 il mese; 3 meccanici a lire 100,00; un cantoniere a lire 50,00; un controllore a lire 90,00; un ispettore a lire 100,00, in servizio annuo colla totale spesa di lire 15.120,00; e gli altri 8, a lire 80,00 al mese in servizio straordinario per 6 mesi, con una spesa di lire 3840,00. La totale spesa per personale sarà dunque di lire 18.960,00, alla quale va aggiunta la spesa del vestiario da calcolarsi in lire 100 annue per il personale viaggiante $= 100 \times 19 = 1900$. In complesso risulta la somma di lire 20.860.

E) TRAZIONE. — Per la trazione l'energia è gratuita; per l'assistenza alle macchine si è annotata la spesa nel personale; per il deperimento del macchinario si è provveduto coll'ammortamento e manutenzione; epperò qui si nota soltanto la spesa di lire 3.000 per ammortamento della poca conduttura aerea necessaria per unire le attuali linee ad alta tensione alla nuova stazione centrale, per la maggior sorveglianza di dette linee e per olio e stracci.

F) AMMINISTRAZIONE. — Vi ha un'unica direzione, un unico consiglio d'amministrazione, ecc., per esercire la tramvia insieme col servizio luce di molta maggiore importanza. Si addossano tuttavia a questo ramo dell'azienda lire 1440 per un segretario-contabile specialmente adibito ad esso, ed il 0,50 % del capitale di 820.000 per tasse ed altre contingenze.

Così in tutto: lire 5.540,00.

b) INTROITI.

A) Un dato certo si ha, per il movimento Varese-Masnago, dal passato esercizio, movimento che aumenterà ancora quando sarà costruito il Kursaal. Possiamo senza esitazione registrare lire 28.000,00.

B) Altro dato si può ricavare dalla statistica del movimento sulla attuale linea della Società Varesina, contenuta nella relazione del Consiglio d'Amministrazione presentata all'Assemblea di quest'anno.

Risulta da tale statistica un movimento totale di 392.000 viaggiatori con un introito di lire 95.500, così distinte:

Viaggiatori da e per Bettole . . .	N.	33.000	per lire	4.600
" con tessera	"	143.000	"	24.500
" ordinari per tutta la linea	"	216.000	"	66.400

Di questi ultimi si può con qualche approssimazione distinguere quelli da attribuirsi al traffico locale Varese-Fogliaro, sul quale naturalmente non si può per nostro conto fare assegnamento alcuno, da quelli da attribuirsi al movimento di capolinea (Prima Cappella). Chiamando x il numero dei primi ed y quello dei secondi, ed attribuendo ad x il coefficiente di introito L. 0,18, mentre per y esso è di L. 0,40 (*prezzo medio fra ascesa-discesa da Varese a Prima Cappella*), si possono scrivere le equazioni:

$$0,18x + 0,40y = \text{L. } 66.400$$

$$x + y = \text{viaggiatori } 216.000$$

dalle quali si ricava $y = 125.000$ viaggiatori (in cifra tonda) e cioè una percentuale sul totale numero viaggiatori trasportati (esclusi quelli per Bettole e quelli viaggianti a tariffa ridotta) di 0,58. Maggiore è certamente la percentuale degli abbonati con tessera, essendochè la tessera conviene specialmente a quelli che stanno lontani. Assumendo per questi la percen-

tuale di 0,75, si ha l'altro numero di viaggiatori diretti a Prima Cappella, i quali si possono perciò calcolare in complesso di:

$$125.000 + 143.000 \times 0,75 = 232.000 \text{ in cifra tonda.}$$

Di questi, quanti costituiscono il semplice traffico locale? quanti hanno convenienza di servirsi della nuova linea? E degli altri quanti saliranno al Monte? quanti si serviranno della nuova linea?

Qui naturalmente la fantasia ha campo un poco aperto; tuttavia la conoscenza dei luoghi e della popolazione servita ci induce a rispondere con qualche attendibilità: 100.000 costituiscono il traffico locale, dei quali: 40.000 (quelli di Velate ed Avigno) ed altri 20.000 avranno convenienza di servirsi della nuova linea: i primi perchè questa passa loro più vicino, i secondi perchè essa sale più in alto dell'attuale: gli altri 40.000 rimarranno fedeli all'attuale linea.

I rimanenti 132.000 viaggiatori costituiscono la massa dei veri forestieri od almeno *gitanti* provenienti da Varese e da fuori; e di questi non pare esagerato il supporre che i $\frac{3}{4}$ saliranno al Monte servendosi della nuova linea, anzichè fermarsi alla Prima Cappella, come per necessità fanno ora.

C) Vi è inoltre da considerare: che il movimento verificatosi nel 1904 sulla linea Varesina nota un sensibile aumento sull'antecedente; che esso si sarebbe verificato assai maggiore se, per causa dell'eccezionale siccità, la Società Varesina " *non fosse stata obbligata a limitare il servizio nei mesi di maggior concorso (Agosto e Settembre)* „ come leggesi nella citata relazione; che la nuova linea attirerà ai Monti di Varese un nuovo contingente di forestieri ora diretto altrove; che la popolazione dal nord di Varese a Fogliaro darà ancor essa un contingente di viaggiatori per il Monte. È razionale adunque preventivare un movimento di altri 60.000 viaggiatori (e cioè 30.000 persone che vanno e vengono dal Monte) dei quali 40.000 provenienti dal sud ed inservientisi di tutto il percorso della nuova linea: 15.000 provenienti dall'est, che si serviranno della linea Varesina sino a Prima Cappella; 5.000 provenienti dall'ovest, che si serviranno della nuova linea da Masnago al Monte.



115225



Tav. I

PROFILO LONGITUDINALE — POTENZIALITÀ DI SERVIZIO — PLANIMETRIA

Fig. 1

PLANIMETRIA

The map shows the Valsusa area with the following features:

- Topography:** Contour lines indicating elevation, with peaks like M. Campo dell'Orto, M. S. Maria del Monte, M. S. Giovanni, and M. S. Antonio.
- Water Bodies:** Rivers such as the T. Tineo, T. Vellone, and T. Vellone.
- Settlements:** Towns including Velate, Primalpe, S. Antonio, and Valsusa.
- Railway Line:** A red line representing the proposed railway route, starting from the left and ending at the right.
- Stations:** Red circles with crosses marking existing and proposed stations: STAZIONE (top left), STAZIONE (top center), STAZIONE (center), STAZIONE (bottom center), and STAZIONE (bottom right).
- Infrastructure:** Roads, bridges, and other local infrastructure are shown.

Fig. 1

PLANIMETRIA

The map shows a proposed railway line (red line) connecting several stations (red circles with crosses). The stations are labeled: STAZIONE (top left), STAZIONE (top center), STAZIONE (center), STAZIONE (bottom center), and STAZIONE (bottom right). The line passes through the towns of S. Maria del Monte, Prina, Velate, S. Ambrogio, and Valsusa. The map also shows the Valsusa river and various other settlements and geographical features.

Sistema di trazione

Livellette

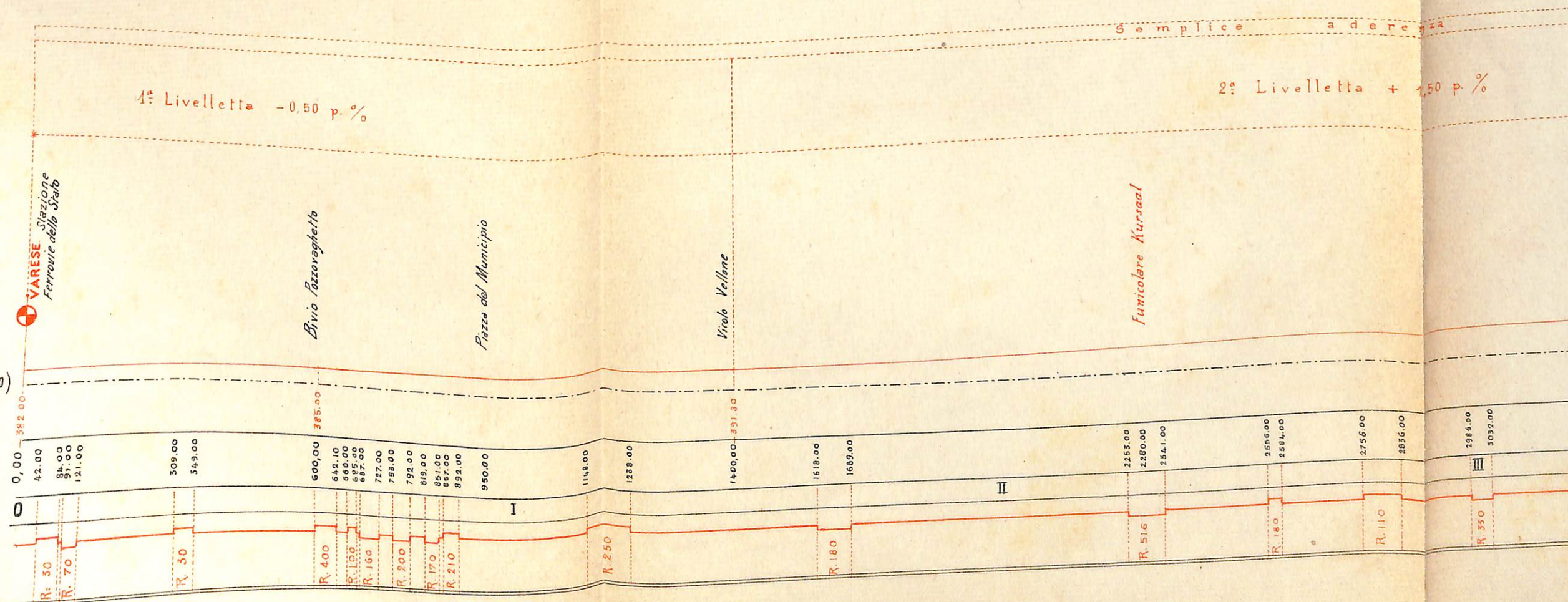
Quota sul Mare (350)

Ordinate rosse

Distanze progressive

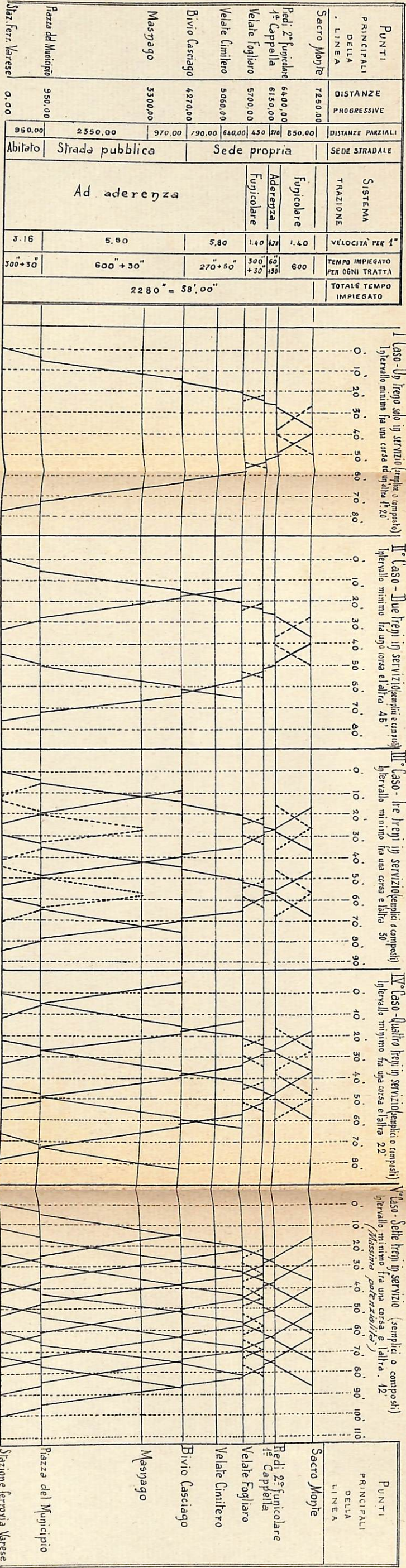
Chilometri

Rettifici e Curve



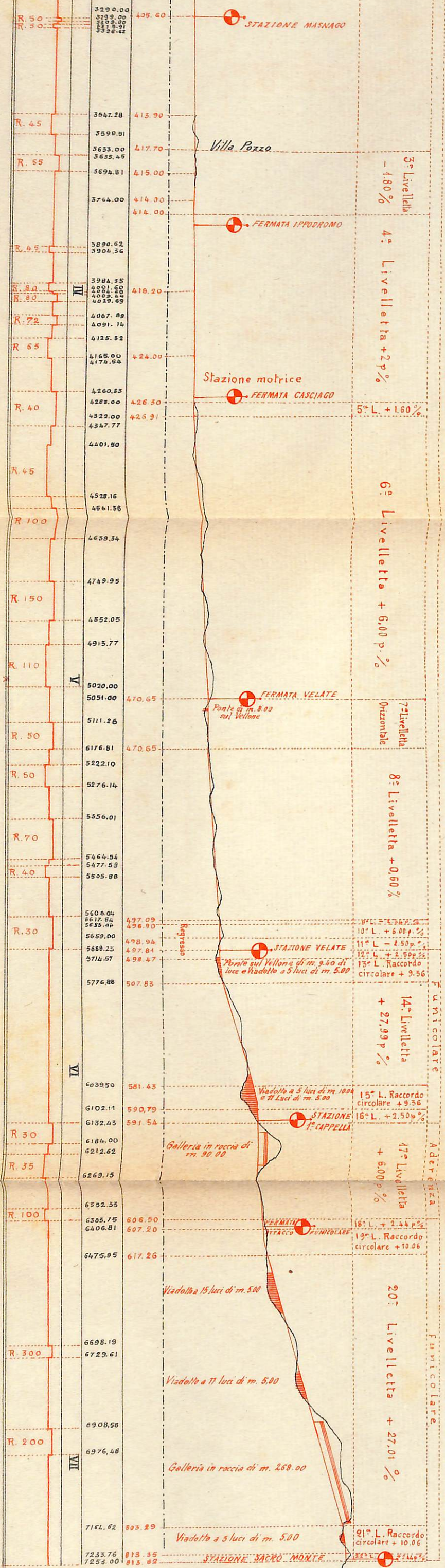
DIMOSTRAZIONE GRAFICA DELLA POTENZIALITÀ DI SERVIZIO

Fig. 9



N.B. Le linee posteggiate in corrispondenza dei tratti funicolari rappresentano il percorso dei veicoli-controspesso simultaneo a quello di servizio. Le linee a tratto fra Varese-Stazione e Masnago rappresentano il servizio locale.

PROFLO LONGITUDINALE



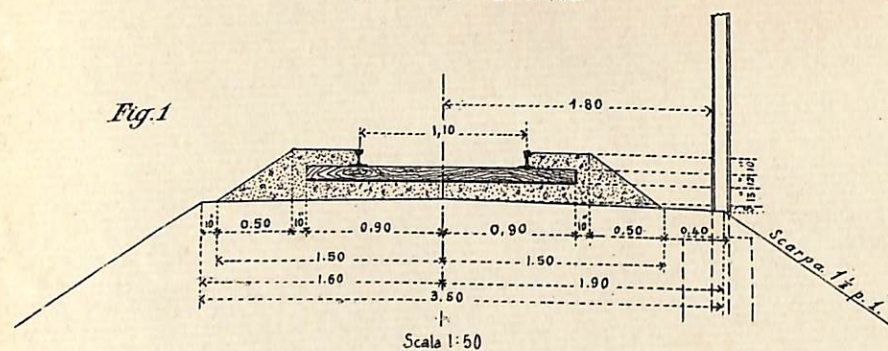


Tav. II

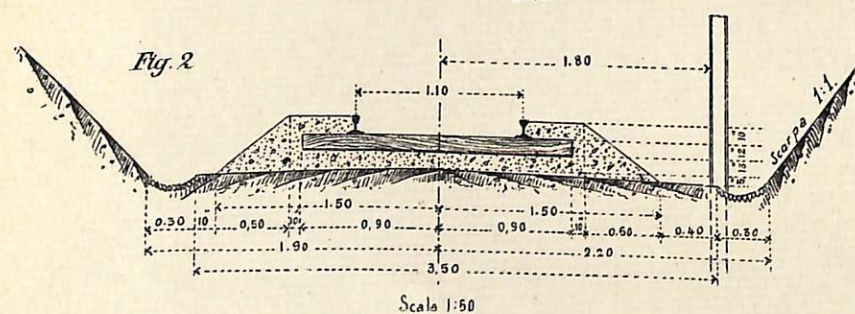
MECCANISMI D'ATTACCO E DISTACCO DELLA FUNE — PROFILI TRASVERSALI

Trazione a semplice aderenza

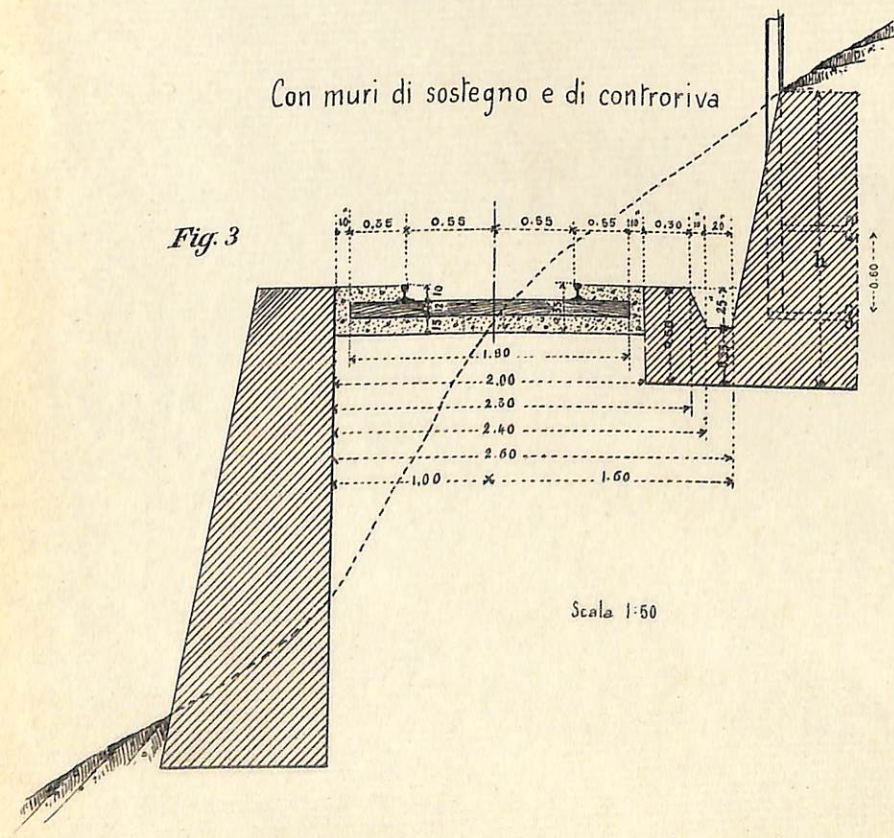
In rilevato di terra



In trincea di terra

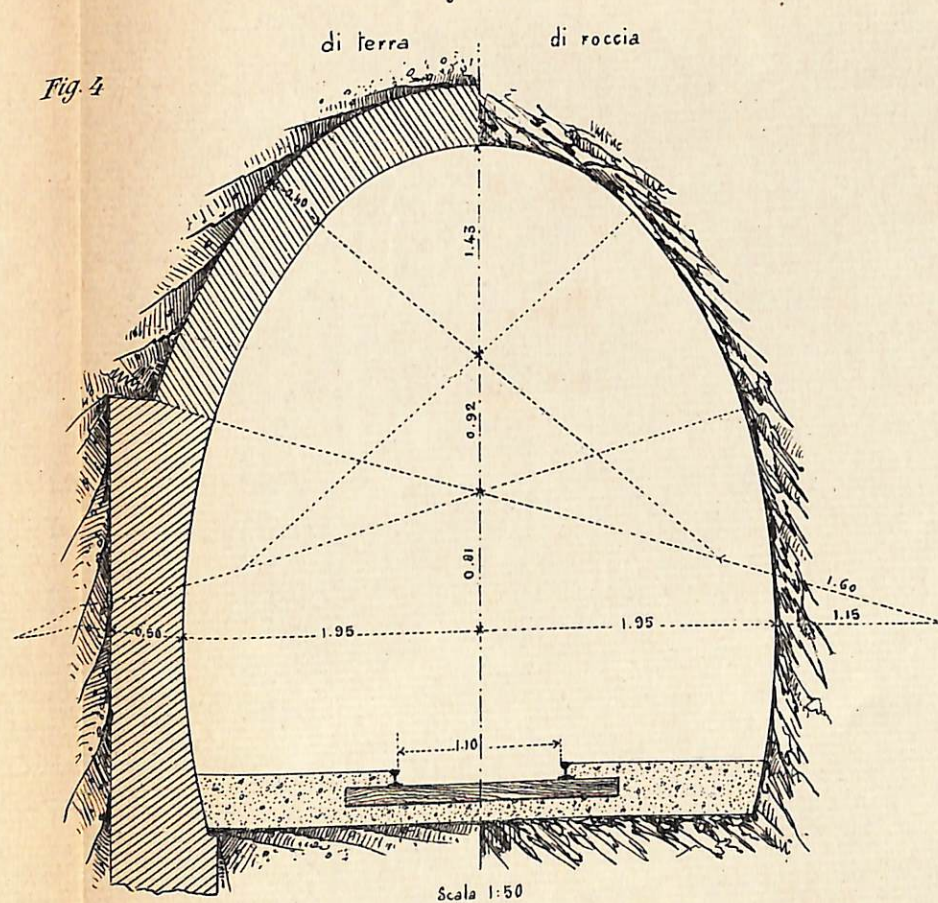


Con muri di sostegno e di controriva



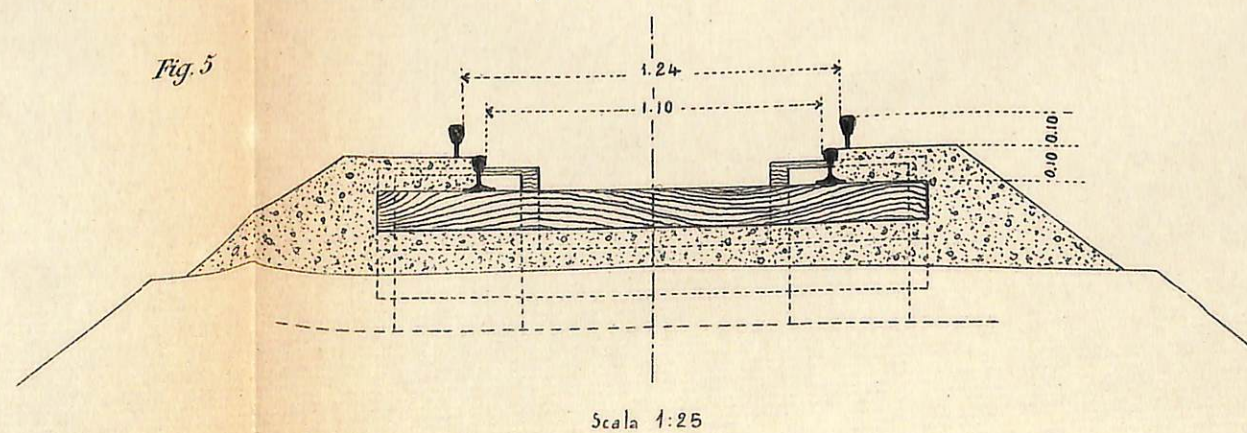
SEZIONI NORMALI

In galleria



Sezione di passaggio dal binario ordinario
a quello dei tratti funicolari

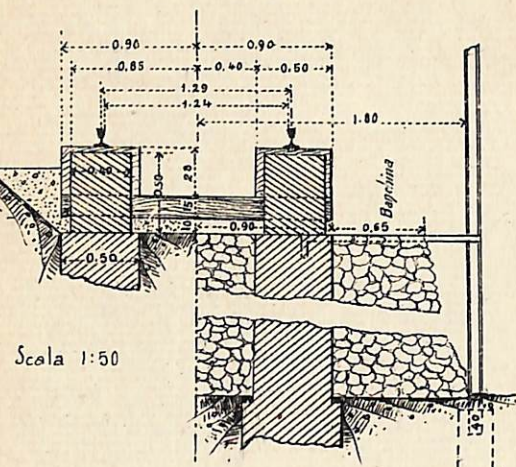
Fig. 5



Trazione funicolare

In trincea di terra In rilevato da m. 0 a 3.00 di altezza

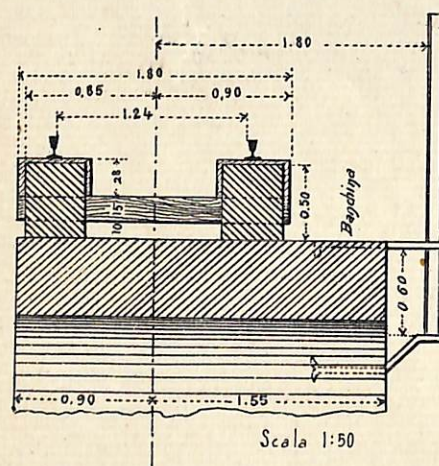
Fig. 6



Scala 1:50

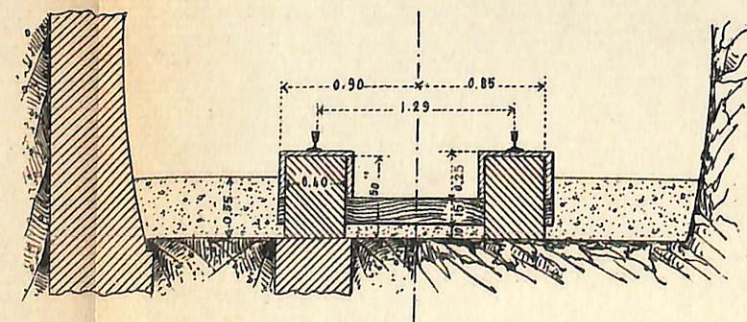
In rilevato oltre m. 3.00 di altezza

Fig. 7



Scala 1:50

Fig. 8

In galleria
di terra di roccia

Scala 1:50

Fig. 9

Particolare della rotaia e sua posa
nei binari delle funicolari

Scala 1:2

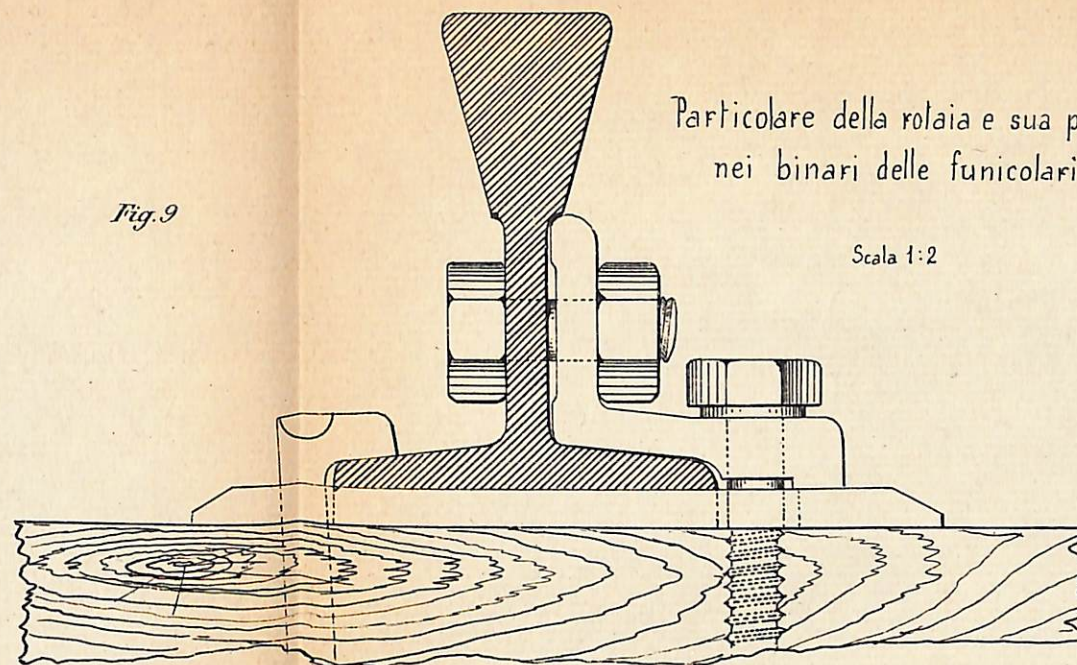
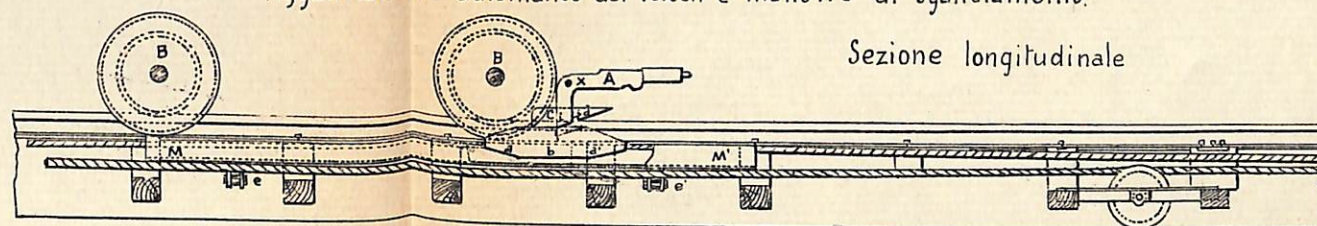


Fig. 10

TIPO DI POSA DEL BINARIO DELLE FUNICOLARI

Agganciamento automatico dei veicoli e manovre di sganciamento.

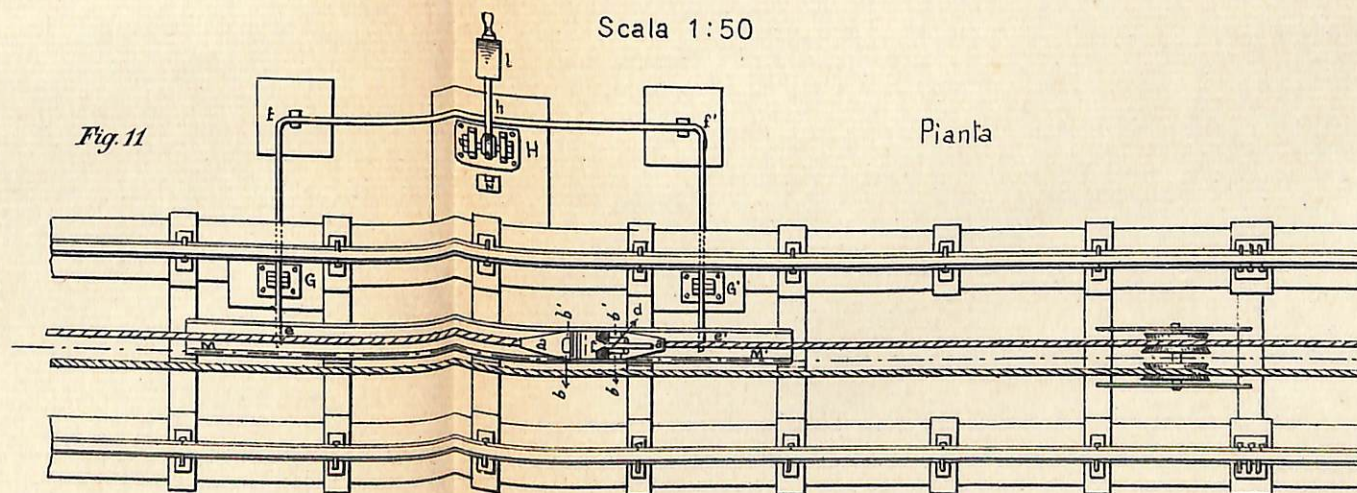
Sezione longitudinale



Scala 1:50

Fig. 11

Pianta



Leggenda

- A.* Squadra imperniata in x col telaio della vettura di rimorchio montata sulle ruote *B.B.*
a.a' = b.b' = C.d = Gancio
M.M' = Guida del Gancio
e.f.f'e = Asla di manovra per l'alzamento della guida *M.M'* mediante perni *G.G'* e contrappeso *L* imperniato in *H.*
a.a' = Imbuti d'attacco dei due capi della fune
b.b' = Ali d'unione dei due imbuti *A.A.*
C = Dente del gancio
d = Becco del gancio
z.z' = Incassatura.



Disposizione delle vetture alla stazione di Velate

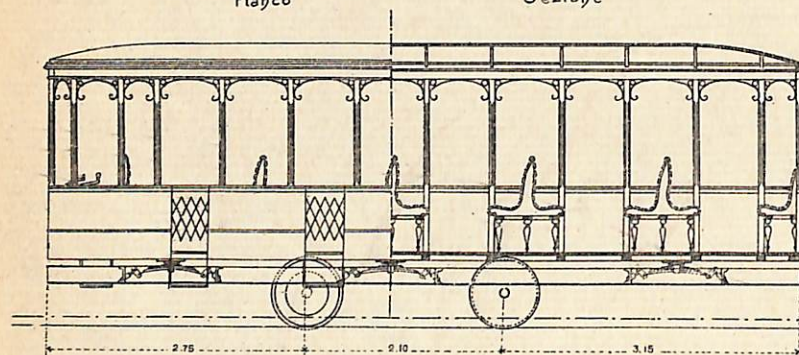
Scala 1:80

Fig.1

Vettura rimorchiata

Fianco

Sezione

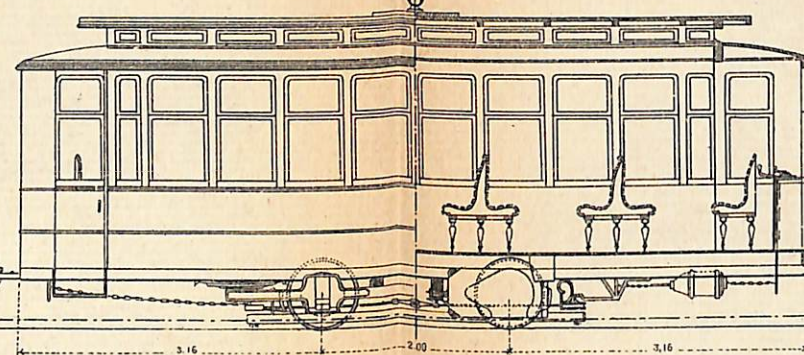


Vettura automotrice

Fianco

Sezione

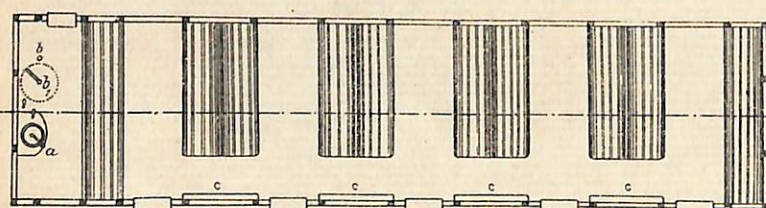
Fig.3



al Monte

Fig.2

Pianta al piano pavimento



al piano pavimento

Pianta

sotto il pavimento

Fig.4

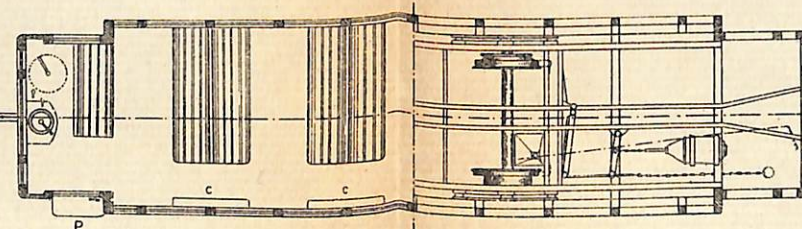
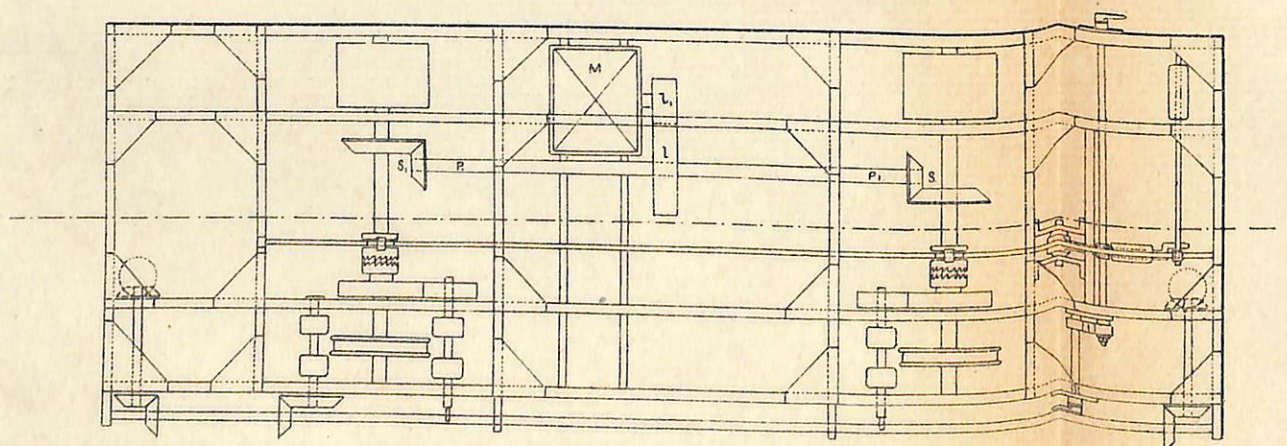


Fig.9

Veicolo contrappeso automotore per la funicolare del monte



Telaio della vettura di rimorchio con freno automatico

Fig. 5

Prospetto

Sezione

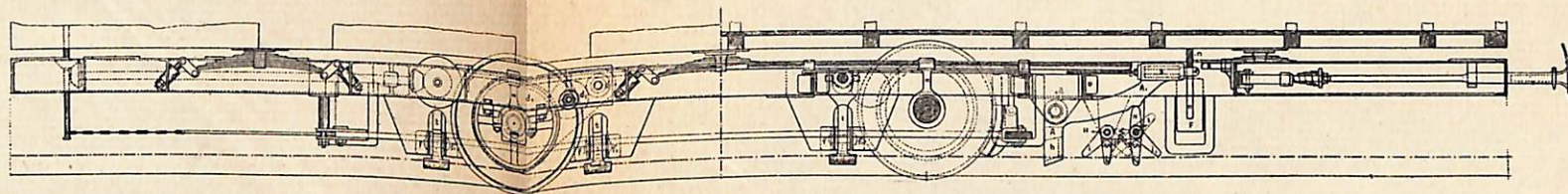


Fig. 6

Pianta

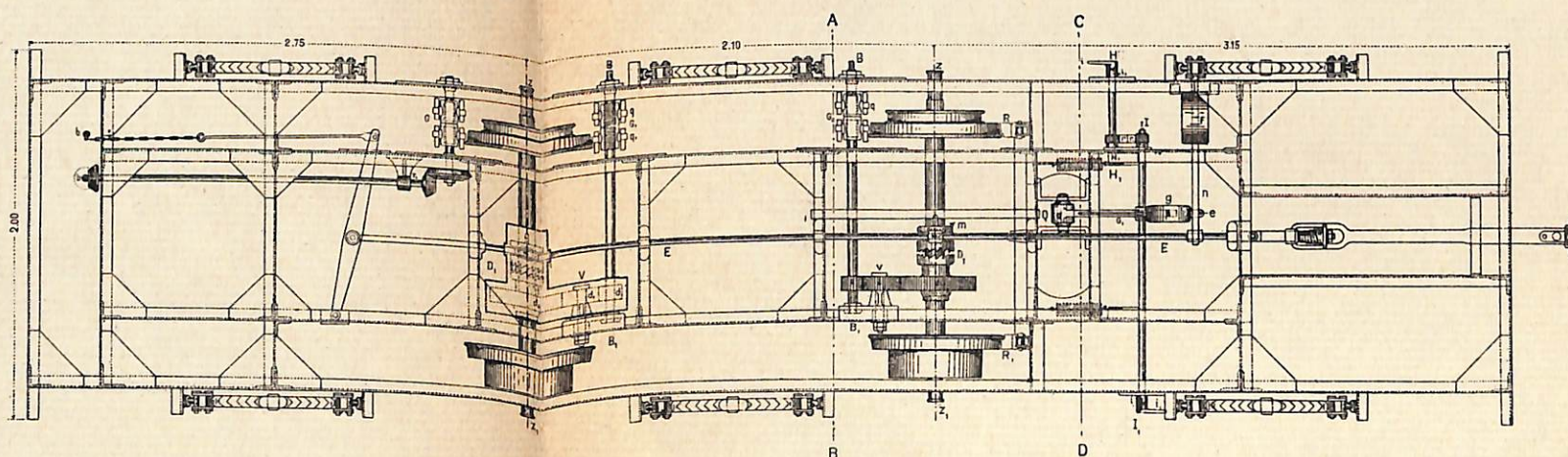
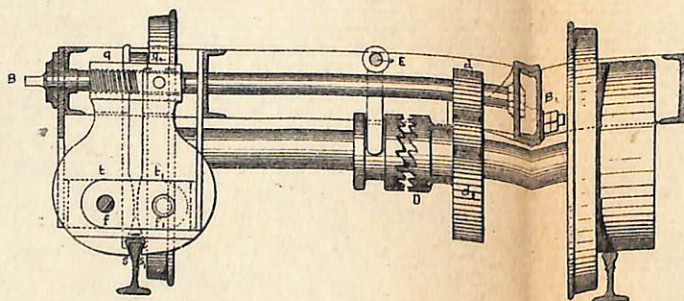


Fig. 7

Sezione AB



Sezione CD

Fig. 8

